

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE SAN JUAN – SAN
FRANCISCO - TUNAL, DISTRITO Y PROVINCIA DE SAN
IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2016

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

ALFREDO RONCAL ESPINOZA

Chiclayo, 19 de septiembre del 2018

**DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE SAN JUAN
– SAN FRANCISCO - TUNAL, DISTRITO Y
PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO
DE CAJAMARCA, 2016**

POR:

ALFREDO RONCAL ESPINOZA

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

**Ing. Justo David Pedraza Franco
PRESIDENTE**

**Ing. Héctor Augusto Gamarra Uceda
SECRETARIO**

**Mgtr. César Eduardo Cachay Lazo
ASESOR**

RESUMEN

Este trabajo de investigación presenta una propuesta: el diseño de la trocha carrozable que une tres caseríos: San Juan, San Francisco y Tunal, ubicados en el distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. Se realizó este proyecto con la meta de minimizar los efectos negativos que genera la falta de comunicación por carencia de vías de acceso, en los ámbitos económico, cultural, de salud y educación.

Se ha desarrollado una información teórica, así como la normativa vigente para este tipo de investigaciones, así mismo los estudios realizados para el diseño de la trocha. Posteriormente, se describe la metodología utilizada para este fin, se dan a conocer los resultados luego de haber realizado los procedimientos necesarios para el diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - Tunal. Y por último, en los capítulos cinco y seis se fundamenta el porqué de la elección de ciertos resultados y se da a conocer la solución del proyecto a través de las conclusiones. Una vez obtenidos los resultados se procesaron y con ello se terminó el diseño con ayuda de programas de ingeniería: AutoCAD 2D, AutoCAD Civil 3D, S10 2000, Sistemas RW7, Ms Project, Google Earth, Microsoft Excel, Microsoft Word.

PALABRAS CLAVE: Afirmado, carretera, diseño geométrico, ensayos de laboratorio, impacto ambiental, obras de arte, señalización, topografía, tránsito.

ABSTRACT

This research work presents a proposal: the design of the carriage trail that links three villages: San Juan, San Francisco and Tunal, located in the district and province of San Ignacio, department of Cajamarca. This project was carried out with the goal of minimizing the negative effects generated by the lack of communication for access communication, in the economic, cultural, health and education areas.

Information has been developed, as well as the regulations in force for this type of research, as well as the studies carried out for the design of the trail. Subsequently, describe the methodology used for this purpose, the results of having performed the necessary procedures for the design of the San Juan - San Francisco - Tunal carriageway. And finally, in chapters five and six the reason for the election of the selected results and the solution of the project through the conclusions is based. Once the results were processed and the design was finished with the help of engineering programs: AutoCAD 2D, AutoCAD Civil 3D, S10 2000, Project Ms, Google Earth, Microsoft Excel, Microsoft Word.

KEYWORDS: Affirmed, road, geometric design, laboratory tests, environmental impact, works of art, signage, topography, traffic.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes	22
2.2. Bases Teórico Científicas	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Diseño de investigación.....	28
3.1.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis.....	28
3.1.2. Población y muestra.....	28
3.1.3. Métodos y técnicas de recolección de datos	29
3.1.4. Técnicas de procesamiento de datos.....	30
3.2. Metodología.....	32
3.2.1. Estudio de tráfico.....	32
3.2.1.1. Localización geográfica de la carretera	32
3.2.1.2. Objetivos	33
3.2.1.3. Conteos volumétricos de tráfico.....	33
3.2.1.4. Estaciones de conteo	34
3.2.1.5. Proyección de tráfico.....	36
3.2.1.6. Clasificación de las carreteras de acuerdo a la demanda.....	38
3.2.2. Estudio de rutas.....	40
3.2.2.1. Objetivos	40
3.2.2.2. Elección de la ruta.....	41
3.2.2.3. Definición del tipo de terreno y la máxima pendiente	44
3.2.2.4. Identificación de alineamiento y puntos obligados	44
3.2.2.5. Ruta propuesta en campo	46
3.2.2.6. Rutas en estudio	50
3.2.2.7. Trazado de la línea de pendiente.....	50
3.2.3. Estudio Topográfico	50
3.2.3.1. Objetivos	51
3.2.3.2. Trabajo de campo.....	51
3.2.4. Estudios de Suelos	52

3.2.4.1.	Descripción de la vía existente.....	53
3.2.4.2.	Descripción de los trabajos realizados en el proyecto	53
3.2.4.3.	Exploración de suelos	54
3.2.4.4.	Ensayos de laboratorio	56
3.2.4.4.1.	Descripción de los ensayos de laboratorio	56
3.2.5.	Estudio de canteras, fuentes de agua y botaderos	60
3.2.5.1.	Estudio de canteras	60
3.2.5.1.1.	Cantera Río Chinchipe.....	61
3.2.5.1.2.	Cantera de Cerro (San Juan).....	62
3.2.5.1.3.	Metodología del estudio de canteras.....	63
3.2.5.2.	Estudio de fuentes de agua.....	64
3.2.5.3.	Estudio de botaderos.....	65
3.2.6.	Diseño geométrico.....	65
3.2.6.1.	Clasificación de las carreteras en el Perú	65
3.2.6.2.	Vehículos de diseño	65
3.2.6.3.	Velocidad de diseño	66
3.2.6.4.	Distancia de visibilidad	66
3.2.6.5.	Diseño geométrico en planta	67
3.2.6.6.	Diseño geométrico en perfil	69
3.2.6.7.	Diseño geométrico de la sección transversal	69
3.2.7.	Diseño del Pavimento	71
3.2.7.1.	Cálculo ESAL de diseño	71
3.2.7.2.	Espesor del pavimento – Método AASHTO	72
3.2.8.	Estudio Hidrológico	72
3.2.8.1.	Objetivos	73
3.2.8.2.	Metodología de trabajo.....	73
3.2.8.3.	Características físicas de la Cuenca	74
3.2.8.4.	La red hidrográfica	74
3.2.9.	Estudio de hidráulica y drenaje	75
3.2.9.1.	Cunetas	76
3.2.9.2.	Alcantarillas.....	79
3.2.9.3.	Badenes.....	82
3.2.10.	Muros de contención	83

3.2.11.	Evaluación de Impacto Ambiental	83
3.2.11.1.	Antecedentes.....	84
3.2.12.	Estudio de Señalización	85
3.2.12.1.	Criterios básicos de diseño	85
3.2.12.2.	Señalización.....	85
3.2.13.	Especificaciones Técnicas	87
3.2.14.	Metrados	88
3.2.15.	Costo del Proyecto.....	89
3.2.15.1.	Presupuesto.....	89
3.2.15.2.	Costo Directo	90
3.2.15.2.1.	Aporte unitario de materiales	90
3.2.15.2.2.	Costo de la mano de obra.....	91
3.2.15.2.3.	Costo de equipos de construcción y herramientas.....	92
3.2.15.2.4.	Flete terrestre	92
3.2.15.2.5.	Análisis de precios unitarios	93
3.2.15.3.	Costos Indirectos	93
3.2.15.3.1.	Gastos generales	93
3.2.15.3.2.	Utilidad	93
3.2.15.3.3.	Impuesto general a la venta (IGV)	94
3.2.15.4.	Fórmula polinómica	94
3.2.15.5.	Programación de obra	96
3.2.16.	Evaluación de beneficios y rentabilidad	96
3.2.16.1.	Conceptos generales	97
3.2.16.2.	Determinación de beneficios por excedentes de productor	98
3.2.16.3.	Costos sociales del proyecto	101
3.2.16.4.	Determinación de los costos a precios sociales	102
3.2.16.5.	Estimación de los indicadores de rentabilidad social	102
3.2.16.6.	Parámetros de evaluación.....	103
IV.	RESULTADOS.....	105
4.1.	Estudio de Tráfico	105
4.1.1.	Resultados de los conteos volumétricos del estudio de tráfico – Periodos de aforo de tráfico.....	105
4.1.2.	Tabulación de la información	105

4.1.3.	Análisis de la información y obtención de resultados	106
4.1.4.	Conteo de tráfico vehicular	106
4.1.5.	Factor de correlación estacional.....	106
4.1.6.	Cálculo del índice medio anual (IMDA)	107
4.1.7.	Horizonte del proyecto	108
4.1.8.	Proyección del tráfico normal	108
4.1.9.	Proyección del tráfico generado.....	109
4.2.	Estudio de Rutas.....	111
4.2.1.	Alternativas de solución.....	111
4.2.2.	Criterios de selección de las diferentes alternativas	112
4.2.2.1.	Topografía del lugar	113
4.2.2.2.	Longitud de carretera	113
4.2.2.3.	Población beneficiada	113
4.2.2.4.	Derechos de vía	113
4.2.2.5.	Cantidad de obras de arte.....	114
4.2.2.6.	Impactos negativos	114
4.2.2.7.	Estudio de mecánica de suelos	114
4.2.3.	Metodología de la selección de rutas	115
4.2.4.	Levantamiento topográfico	115
4.3.	Estudios Topográficos.....	116
4.3.1.	Levantamiento topográfico	116
4.3.2.	Trabajo de gabinete	116
4.3.2.1.	Exportación de datos topográficos.....	116
4.3.2.2.	Procesamiento de los datos topográficos	116
4.4.	Estudio de suelos.....	117
4.4.1.	Resultado de los ensayos de laboratorio.....	117
4.5.	Estudio de canteras, fuentes de agua y botaderos.....	120
4.5.1.	Estudio de canteras.....	120
4.5.1.1.	Resultados de ensayos de Cantera Río Chinchipe.....	120
4.5.1.2.	Diseño de mezcla de concreto	127
4.5.1.2.1.	Diseño de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	128
4.5.1.2.2.	Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	129
4.5.1.3.	Resultados de ensayos de Cantera de cerro (San Juan)	130

4.5.2.	Estudio de fuentes de agua	131
4.5.3.	Estudio de botaderos	133
4.6.	Diseño Geométrico	134
4.6.1.	Clasificación de la carretera	134
4.6.1.1.	Clasificación por demanda	134
4.6.1.2.	Clasificación por orografía	134
4.6.2.	Criterios básicos para el diseño geométrico	134
4.6.2.1.	Vehículo de diseño	134
4.6.2.2.	Velocidad de diseño	136
4.6.2.3.	Distancia de visibilidad	137
4.6.3.	Diseño geométrico en planta	138
4.6.3.1.	Tramos en tangente.....	138
4.6.3.2.	Curvas circulares	138
4.6.3.3.	Transición de peralte	140
4.6.3.4.	Sobreancho	141
4.6.4.	Diseño geométrico en perfil	141
4.6.4.1.	Pendiente	141
4.6.4.2.	Curvas verticales.....	142
4.6.5.	Diseño geométrico de la sección transversal.....	143
4.6.5.1.	Ancho de calzada	143
4.6.5.2.	Bermas e inclinación de bermas.....	143
4.6.5.3.	Bombeo	145
4.6.5.4.	Peralte.....	145
4.6.5.5.	Taludes.....	146
4.7.	Diseño del Pavimento.....	146
4.7.1.	Tráfico previsto	146
4.7.2.	Cálculo del ESAL de diseño	147
4.7.3.	Espesor del pavimento	147
4.8.	Estudio hidrológico.....	148
4.8.1.	Área de la cuenca	148
4.8.2.	Longitud del cauce más largo y pendiente media	148
4.8.3.	Análisis hidrológico	149
4.8.3.1.	Generalidad.....	149

4.9.	Estudio de hidráulica y drenaje.....	150
4.9.1.	Intensidades y caudales para los diferentes periodos de retorno ...	150
4.9.2.	Drenaje superficial de la carretera (cunetas)	150
4.9.3.	Drenaje transversal de la carretera	156
4.9.4.	Diseño de badenes	158
4.10.	Muros de contención	158
4.11.	Evaluación de Impacto Ambiental	159
4.11.1.	Resumen ejecutivo	159
4.11.1.1.	Introducción	159
4.11.1.2.	Descripción y análisis del proyecto	160
4.11.1.3.	Línea base.....	160
4.11.1.4.	Plan de manejo ambiental.....	161
4.11.2.	Objetivos.....	161
4.11.3.	Marco Legal	162
4.11.3.1.	Normativa general.....	162
4.11.3.2.	Normativa específica.....	168
4.11.4.	Descripción y análisis del proyecto	170
4.11.4.1.	Ubicación y ámbito de estudio	170
4.11.4.2.	Condición actual del acceso a las localidades	171
4.11.5.	Área de Influencia del proyecto	172
4.11.5.1.	Área de Influencia directa (AID).....	172
4.11.5.2.	Área de Influencia indirecta (AII).....	173
4.11.6.	Estudio de línea base	174
4.11.6.1.	Aspectos físicos	175
4.11.6.2.	Aspectos biológicos	177
4.11.6.3.	Aspectos socioeconómicos	179
4.11.7.	Identificación y evaluación de impactos ambientales	182
4.11.7.1.	Identificación y evaluación de impactos ambientales potenciales	183
4.11.7.1.1.	Etapas de Planificación o Preliminar	183
4.11.7.1.2.	Etapas de Construcción	185
4.11.7.1.3.	Etapas de Operación	189
4.11.7.2.	Identificación de impactos ambientales propiamente dichos .	189

4.11.7.2.1. Método de Leopold	190
4.11.8. Plan de manejo ambiental.....	192
4.11.8.1. Programa de seguimiento y monitoreo ambiental.....	193
4.11.8.2. Programa de contingencias	195
4.11.8.2.1. Implementación del programa de contingencia	195
4.11.8.2.2. Medidas de contingencias por ocurrencia de derrumbes...	197
4.11.8.3. Programa de información y participación ciudadana.....	197
4.11.8.4. Labores de capacitación	197
4.11.8.5. Programa de prevención de accidentes y protección al medio ambiente	198
4.11.8.6. Programa de abandono y cierre	199
4.11.9. Plan de acción preventivo – correctivo	201
4.11.9.1. En el medio físico	201
4.11.9.1.1. Calidad del aire	201
4.11.9.1.2. Calidad del agua	203
4.11.9.1.3. Calidad del paisaje.....	203
4.11.9.2. En el medio biológico	204
4.11.9.3. En el medio socioeconómico	205
4.11.9.3.1. Calidad de vida	205
4.11.9.3.2. Seguridad	205
4.11.9.3.3. Salud	206
4.11.10. Mitigación de impactos ambientales	206
4.12. Estudio de señalización	208
4.12.1. Postes delineadores	209
4.13. Especificaciones técnicas	210
4.14. Metrados.....	210
4.15. Costo del proyecto	214
4.15.1. Presupuesto	214
4.15.1.1. Bases de cálculo.....	214
4.15.1.2. Gastos generales	221
4.15.1.1. Gastos de supervisión	221
4.15.1.2. Resumen del presupuesto	222
4.15.2. Análisis de costos unitarios	224

4.15.2.1.	Análisis de costos unitarios de partidas.....	224
4.15.2.1.	Análisis de costos unitarios de subpartidas.....	241
4.15.3.	Precios y cantidades requeridos por tipo.....	243
4.15.4.	Fórmula polinómica.....	245
4.16.	Evaluación de beneficios y rentabilidad	245
4.16.1.1.	Determinación de beneficios por excedentes de productor	246
4.16.1.2.	Costos sociales del proyecto	250
4.16.1.3.	Estimación de los indicadores de rentabilidad social	251
V.	DISCUSIÓN	252
VI.	CONCLUSIONES	254
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	258
VIII.	ANEXOS	
	ANEXO 01: Estaciones de control	
	ANEXO 02: Datos topográficos	
	ANEXO 03: Resultados de ensayos de mecánica de suelos	
	ANEXO 04: Diseño de badenes	
	ANEXO 05: Diseño estructural de alcantarillas	
	ANEXO 06: Diseño de muros de contención	
	ANEXO 07: Desagregado de costos de seguridad y salud	
	ANEXO 08: Matriz de Leopold	
	ANEXO 09: Programación de obra	
	ANEXO 10: Planos	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Pendientes máximas dadas por el DG-2018	44
Cuadro N° 2: Número de calicatas para exploración de suelos.....	54
Cuadro N° 3: Número de ensayos MR y CBR	56
Cuadro N° 4: Estudio de clasificación vehicular durante 7 días	106
Cuadro N° 5: Resumen del conteo de tránsito.....	106
Cuadro N° 6: Factores de corrección estacional promedio	107
Cuadro N° 7: Determinación del tránsito actual aplicando factores de corrección	107
Cuadro N° 8: Tráfico actual por tipo de vehículo (demanda actual)	108
Cuadro N° 9: Tasa de crecimiento del distrito y departamento.....	108
Cuadro N° 10: Proyección de tráfico (situación sin proyecto).....	110
Cuadro N° 11: Proyección de tráfico (con proyecto).....	110
Cuadro N° 12: Criterio de evaluación de las rutas.....	115
Cuadro N° 13: Ubicación de calicatas.....	117
Cuadro N° 14: Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas	118
Cuadro N° 15: Resumen de resultados de ensayos Proctor y CBR	119
Cuadro N° 16: Categorías de sub rasante.....	119
Cuadro N° 17: Valores máximos permisibles	120
Cuadro N° 18: Resumen resultados de afirmado.....	130
Cuadro N° 19: Resumen de granulometría del afirmado	130
Cuadro N° 20: Resumen del ensayo CBR.....	130
Cuadro N° 21: Requisitos de calidad del afirmado	131
Cuadro N° 22: Límites granulométricos del afirmado	131
Cuadro N° 23: Fuentes de agua	131
Cuadro N° 24: Límites químicos para las fuentes de agua.....	133
Cuadro N° 25: Ubicación de botaderos	133
Cuadro N° 26: Tabla de pesos máximos y longitudes máximas	134
Cuadro N° 27: Radio de giro mínimo	135
Cuadro N° 28: Radios máximos y mínimos de giro del vehículo C2.....	135
Cuadro N° 29: Gráfica de giros del vehículo b2.....	136
Cuadro N° 30: Rango de velocidades de diseño	137
Cuadro N° 31: Distancia de visibilidad de parada.....	137
Cuadro N° 32: Fricción transversal máxima en curvas.....	139
Cuadro N° 33: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.....	139
Cuadro N° 34: Transición de peralte para carreteras de tercera clase	140
Cuadro N° 35: Longitud de transición del peralte según la velocidad y posición del eje del peralte.....	140
Cuadro N° 36: Pendientes máximas de acuerdo a la demanda y orografía	141

Cuadro N° 37: Valores del índice k para el cálculo de longitud de curva vertical convexa para carreteras de tercera clase.....	142
Cuadro N° 38: Valores del índice k para el cálculo de longitud de curva vertical cóncava para carreteras de tercera clase.....	142
Cuadro N° 39: Anchos mínimos de calzada en tangente.....	143
Cuadro N° 40: Bombeo de la calzada.....	144
Cuadro N° 41: Inclinação transversal de bermas	144
Cuadro N° 42: Valores del bombeo de la calzada.....	145
Cuadro N° 43: Valores de peralte máximo	145
Cuadro N° 44: Cálculo de ESAL de diseño	147
Cuadro N° 45: Espesor de pavimento	148
Cuadro N° 46: Longitud de los cauces principales de las cuencas	149
Cuadro N° 47: Intensidades y caudales para los diferentes periodos de retorno.	150
Cuadro N° 48: Caudal que captará la cuneta en el área de aporte correspondiente.	151
Cuadro N° 49: Diseño hidráulico de las cuentas.....	153
Cuadro N° 50: Drenaje transversal propuesto.....	156
Cuadro N° 51: Diseño de las alcantarillas	156
Cuadro N° 52: Resumen de tramos de muros de contención.....	158
Cuadro N° 53: Resumen de metrados de obras preliminares	211
Cuadro N° 54: Resumen de metrados de explanaciones.....	211
Cuadro N° 55: Resumen de metrados de terraplen.....	211
Cuadro N° 56: Resumen de metrados de pavimentos	212
Cuadro N° 57: Resumen de metrados de transportes	212
Cuadro N° 58: Resumen de metrados de alcantarillas.....	212
Cuadro N° 59: Resumen de metrados de badenes	213
Cuadro N° 60: Resumen de metrados de muros de contención.....	213
Cuadro N° 61: Resumen de metrados de señalización	213
Cuadro N° 62: Resumen de metrados de mitigación ambiental.....	214
Cuadro N° 63: Distancia media de transporte de agua	214
Cuadro N° 64: Distancia media de transporte de agregados	215
Cuadro N° 65: Distancia media de transporte de afirmado.....	215
Cuadro N° 66: Rendimiento de transportes	215
Cuadro N° 67: Cálculo de flete a la ciudad de Chamaya	216
Cuadro N° 68: Cálculo de flete de Chamaya a obra	217
Cuadro N° 69: Cálculo de flete de San Ignacio a obra	218
Cuadro N° 70: Cálculo de flete total.....	219
Cuadro N° 71: Cálculo de mano de obra.....	220
Cuadro N° 72: Rendimiento por hectárea de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio	246
Cuadro N° 73: Indicadores de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio.....	246

Cuadro N° 74: Precios y costos proyectos por años (soles)	246
Cuadro N° 75: Superficie cultivada de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (has.) – Situación sin proyecto.....	247
Cuadro N° 76: Volumen de producción de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (toneladas) – Situación sin proyecto	247
Cuadro N° 77: Valor bruto de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación sin proyecto	247
Cuadro N° 78: Costo de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación sin proyecto	247
Cuadro N° 79: Superficie cultivada de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (has.) – Situación con proyecto.....	247
Cuadro N° 80: Volumen de producción de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (toneladas) – Situación con proyecto	248
Cuadro N° 81: Valor bruto de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación con proyecto	248
Cuadro N° 82: Costo de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación con proyecto.....	248
Cuadro N° 83: Beneficios por excedente del productor en las zonas de estudio a precios de mercado (miles de soles)	249
Cuadro N° 84: Beneficios por excedente del productor en las zonas de estudio a precios sociales (miles de soles)	249
Cuadro N° 85: Indicadores de rentabilidad social	251

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación geográfica del proyecto	33
Figura N° 2: Estación de conteo vehicular	34
Figura N° 3: Reconocimiento de la zona del proyecto	41
Figura N° 4: Reconocimiento de la zona del proyecto	42
Figura N° 5: Zonas cubiertas con café y pasto para el ganado.....	43
Figura N° 6: Zonas con fuertes pendientes	43
Figura N° 7: Puntos obligados y puntos intermedios del proyecto	46
Figura N° 8: Recorrido de las posibles rutas.....	49
Figura N° 9: Utilización de equipos para el levantamiento topográfico	52
Figura N° 10: Presencia de terreno escarpado y con abundante vegetación	53
Figura N° 11: Drenaje Superficial	76
Figura N° 12: Drenaje superficial básico con cunetas de descarga y drenes transversales de alcantarilla.....	79
Figura N° 13: Protección a la entrada y salida de las alcantarillas	81
Figura N° 14: Dimensión típica de caja colectora	82
Figura N° 15: Corte longitudinal de un badén	83
Figura N° 16: Conteo volumétrico del estudio de tráfico	105
Figura N° 17: Zona con fuertes pendientes	111
Figura N° 18: Terreno llano y ondulado cerca a la quebrada	112
Figura N° 19: Sección típica triangular	151
Figura N° 20: Ubicación del proyecto	170
Figura N° 21: El camino de herradura actual tiene una longitud de 8.30 kilómetros	171
Figura N° 22: Áreas de influencia del Proyecto	172
Figura N° 23: Trazo definitivo para la delimitación de la influencia directa a lo largo de la trocha.....	173
Figura N° 24: Caseríos que serán beneficiados indirectamente con el proyecto .	174
Figura N° 25: Geología del terreno.....	175
Figura N° 26: Se observan los afluentes de las quebradas de la zona.....	176
Figura N° 27: Árboles y bosques en la zona del proyecto	177
Figura N° 28: Diversas clases de animales reptiles identificadas en el campo	178
Figura N° 29: Plantaciones de café y plátano en los caseríos del proyecto	179
Figura N° 30: Crianza de ganado vacuno	180
Figura N° 31: Local donde se encuentra el botiquín para atender emergencias .	181
Figura N° 32: Institución educativa primaria del caserío San Francisco	182

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura de una carretera proporciona una base esencial para el funcionamiento de todas las economías nacionales y genera una amplia gama de beneficios económicos y sociales (Asociación Mundial de la Carretera 2014).

Según el Índice Global de Competitividad, el Perú se encuentra ubicado en la posición 112 de 144 países con respecto a la calidad global de infraestructura y en la posición 111 en lo referente a las carreteras. No obstante, este indicador se calcula con las carreteras pavimentadas entre la población total (WEF 2016). La red vial del Perú está dividida en 3 niveles: red primaria o nacional (16%), red secundaria o departamental (15%), y red terciaria o caminos vecinales (69%). De toda esta red, sólo el 14% está pavimentada y el 86% sin pavimentar (MTC 2015)

El problema radica en que más del 21% de las redes viales aún no existen, y de las redes que existen la mayor parte de estas vías son no pavimentadas (86%) (MTC 2015). Esto hace que casi la totalidad de las redes se encuentren en mal estado, originando una reducción del comercio y por lo tanto un ahogamiento en la economía productiva, que afecta principalmente a los más pobres.

El Departamento de Cajamarca, a su vez en la proporción de kilómetros pavimentados de la red vial nacional, pasó de del 37.5% en julio del 2011 al 88.9% en julio del 2016. Sin embargo, estas cifras aún no son muy alentadoras en lo que se refiere a la red vial departamental y vecinal, pues de la red vial departamental hay un 4% pavimentado, y es más grave en la red vial vecinal donde sólo el 0.3% está pavimentado (MTC 2016).

San Ignacio es uno de los 7 distritos de la provincia del mismo nombre, está ubicado en el extremo norte del departamento de Cajamarca, en la frontera con Ecuador, a una altitud de 1324 m.s.n.m. La principal actividad económica es la agricultura con un 78.5% de la población económicamente activa (INEI 2007), siendo el cultivo de café lo básico, ya que la altitud de esta zona es ideal para esta actividad. De acuerdo al mapa de pobreza FONCODES, el distrito de San Ignacio se encuentra clasificado como POBRE con un puntaje de 2, en una

escala del 1 al 5, siendo 1 más pobre y 5 menos pobre. El 65% de la población está ubicada en la zona rural y el índice de desarrollo humano es 0.5514, por lo que el distrito presenta deficiencias en el desarrollo humano de sus habitantes; su esperanza de vida es baja, la mayoría de sus habitantes no culminan la secundaria y sus ingresos son muy bajos (FONCODES 2007).

Este distrito tiene un total de 37436 habitantes y cuenta con 62 centros poblados (INEI 2015), varios de los cuales se encuentran incomunicados por falta de vías de accesos, contando únicamente con caminos de herradura, lo que produce una gran cantidad de pérdidas socio-económicas. Bajo esta premisa, el proyecto en estudio abarca los caseríos San Juan, San Francisco y Tunal, que cuentan con este tipo de camino, y que si contara con una infraestructura vial adecuada tendría un impacto significativo en la superación de la pobreza y en la mejora de la calidad de vida de la población.

Como se mencionó, el tramo estudiado cuenta únicamente con camino de herradura, que sólo puede transitarse a pie o con acémila. Además, debido a la topografía, tipo de suelo y clima del lugar, este camino es difícil de recorrer, ya que se llena de lodo y fango, imposibilitando aún más el acceso a estas localidades. Por esto, el tiempo empleado para trasladarse de San Juan a San Francisco es 1:30 horas en condiciones climáticas buenas y a veces hasta 2 horas en tiempos de lluvias, mientras que el tiempo de recorrido de San Francisco a Tunal en buenas condiciones climáticas son 2 horas y en condiciones adversas llega a 2:30 horas. La falta de una buena infraestructura vial hace que estos pueblos sean afectados en diversos sectores:

En primer lugar, en el sector educación, actualmente estos 3 caseríos cuentan con PRONOEI (programa no escolarizado de educación inicial) e instituciones educativas primarias, sin embargo no cuentan con educación secundaria por lo que los estudiantes se ven obligados a viajar hasta San Ignacio para recibir este tipo de educación. Además, en estos caseríos existe una alta tasa de analfabetismo, presentándose en total un 25%. Esto se debe en gran parte a un 26% de pobladores que no tienen ningún nivel educativo y a un 75% de pobladores que no asiste a un centro de enseñanza regular (INEI 2007).

En segundo lugar, los pobladores de estos caseríos se encuentran restringidos al acceso de los servicios de salud, ya que el único lugar que cuenta por lo menos con un botiquín de emergencias es el caserío San Francisco, siendo necesario que los demás centros poblados se trasladen hacia allí para cualquier emergencia. Además cabe resaltar que este botiquín no cuenta con medicamentos, instrumentos y personal adecuados para tratar enfermedades comunes en la zona como: infecciones de las vías respiratorias, urinarias e intestinales, y dengue (Centro de Salud San Ignacio 2015).

Por otro lado, la zona en estudio está cubierta por terrenos de gran vegetación y muy buenos para la producción agrícola. Por ende casi el 100% de la población de estos caseríos se dedican a la agricultura (INEI 2007), siendo el principal cultivo el café. Además del café, que representa aproximadamente un 80% de la producción agrícola de toda la zona, existen otros cultivos como: plátano, granadilla, verduras (rabanito, lechuga, repollo, acelga, culantro, etc.) y naranja, que son mayormente utilizados para el autoconsumo.

La buena calidad del café de esta zona se debe a que el clima y altura del lugar son muy propicios para el cultivo de este fruto, siendo ceja de selva con altitudes que van desde los 1600 a 1800 m.s.n.m. Estas ventajas hacen que las tierras produzcan mucho más y que el café sea de calidad de exportación. Sin embargo, esto se ve afectado por la falta de una infraestructura vial adecuada, que ocasiona que gran parte de la producción no pueda transportarse hacia mercados de mayor demanda y que se generen grandes costos de transporte vinculados al alquiler del animal de carga. Esto conlleva a que los productores tengan un margen de ganancia muy baja, además de lo que repercute en una mala calidad de vida.

Acerca del sector ganadero, gran parte de los pobladores de la zona de estudio se dedican a la actividad pecuaria, teniendo como principal producción el ganado vacuno, caballar y porcino. En cuanto al ganado vacuno, hay un promedio de 1000 cabezas, en donde casi la totalidad de ellos son comercializados en la plaza pecuaria del Puerto Ciruelo, ubicado en la carretera Jaén - San Ignacio. Sin embargo, la falta de una buena infraestructura

vial hace que sea complicada la labor de transportar estos animales al lugar de venta.

Por lo que se refiere al bienestar social, la falta de una trocha carrozable hace que los caseríos de esta zona se encuentren aislados y no puedan cubrir necesidades básicas en el menor tiempo posible, tales como: comprar víveres y alimentos frescos que no se producen ahí, herramientas de trabajo, vestimenta, medicina, bienes materiales, productos para la agricultura y ganado, etc.

Por lo tanto, es de vital importancia reconocer que la población beneficiada por la trocha carrozable es amplia. En primer lugar, afectará directamente a los caseríos de San Juan, San Francisco, Tunal e Independencia sumando un total de 1096 habitantes. Asimismo, los centros poblados de Nuevo Lima, Bajo y Alto Ihumaca serán beneficiados indirectamente, con una población de 2214 habitantes.

El objetivo general del proyecto fue diseñar la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. También se formularon objetivos específicos, tales como: realizar el levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y estudio de tráfico; evaluar 2 alternativas de diseño de la trocha de forma técnica, económica y ambiental; elaborar el diseño geométrico y las obras de arte necesarias; realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto; determinar el presupuesto del proyecto; y elaborar los planos del proyecto.

Ante el evidente problema mencionado anteriormente acerca del diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, surge la necesidad de realizar el proyecto con la intención de mejorar la calidad de vida de los pobladores, por ende, el proyecto se encuentra justificable por los siguientes motivos:

Primero, como justificación técnica se tiene que en la actualidad no existe una carretera en dichos tramos, por lo que no hay una comunicación vial entre

estos pueblos. Además se siguió las normas existentes en lo que respecta al diseño geométrico de la carretera cumpliendo los parámetros establecidos en dicha norma como pendientes, radios de giro, perfil longitudinal, así como el diseño de obras de arte, construcción de alcantarillas que permitirá el drenaje de las aguas y badenes que darán paso a diversos caudales de agua de lluvia.

Por otro lado, como justificación económica, el proyecto creará accesos directos entre las localidades de San Juan, San Francisco, Tunal e Independencia, lo cual impulsará el desarrollo económico y comercial haciéndolo más dinámico y rentable.

Los pobladores de la zona se verán beneficiados directamente con el ahorro en el costo de operación vehicular al contar con una vía en óptimas condiciones de transitabilidad, disminuyéndose los fletes para transportar sus productos agrícolas y ganaderos. Además la población podrá acceder a un menor costo de pasajes y con mayor rapidez a los servicios de salud y educación, por consiguiente obtendrán mayores ingresos por el incremento de productividad y calidad de café orgánico. También, existirán beneficios asociados a los incrementos en los niveles de producción generados por la realización del proyecto en el área de influencia, conocidos como beneficios por excedente del productor.

Luego, como justificación social, este proyecto permitirá una fluida interconexión entre los caseríos San Juan, San Francisco y Tunal, que además se conectará con las principales vías del distrito de San Ignacio. Por lo tanto, fomentará la comunicación de manera inmediata con los principales mercados locales y regionales; dinamizando la relación entre los productores, comerciantes y consumidores, permitiendo también al mismo tiempo propiciar la integración cultural con los pueblos aledaños. De esta manera, el proyecto inducirá a incrementar mayores y mejores empleos, disminuir la desnutrición, permitirá una rápida atención de salud, y una educación de calidad y comercio; todo esto llevando a una mejor calidad de vida en la población y en la disminución de la pobreza. También, influenciará en la

vulnerabilidad frente a los desastres y permitirá resolver situaciones de necesidad o emergencia con mucha más eficacia.

Por último, como justificación ambiental, en el proyecto se evaluó las alternativas de rutas más adecuadas que ofrezcan una mínima alteración al medio ambiente, con lo que respecta al suelo, aire, agua, fauna, y a muchos de los factores ambientales; así como también se consideró la elaboración y aplicación de una Evaluación de Impacto Ambiental con la finalidad de monitorear y mitigar los efectos que se ocasionen, velando así por el equilibrio del ecosistema.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Entre los diversos estudios y proyectos relacionados con el presente proyecto, se consideró lo siguiente:

Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería de Transporte. Planeamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura.

En la planificación, diseño y construcción de carreteras la construcción de carriles de sobrepaso es una forma eficiente de mejorar el específicamente esta tecnología puede ser aplicada con mucho éxito en el caso de las carreteras nacionales y corredores transversales del Perú que están bajo concesión y contratos por nivel de servicio. Esta política puede aplicarse también para carreteras de condiciones similares en otros países de la Comunidad Andina, tales como Ecuador, Colombia y Bolivia, para optimizar el flujo vehicular en tramos de carreteras con intenso tráfico de camiones especialmente en áreas montañosas de gran altitud. (Quiñonez 2011)

Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189).

Un aspecto a tomar en cuenta para el diseño y construcción de una carretera es el tipo de material que se encuentra disponible en la zona porque de ello dependerá la capacidad de soporte de las capas granulares y, por tanto, del pavimento como estructura. Las especificaciones que debe cumplir el material granular son muchas, pero dos de las más importantes son la granulometría y el CBR mínimo. En cuanto a las fuentes de agua, se debe tener en consideración la cantidad de sulfatos, sólidos en suspensión y el pH del agua. (Renfijo 2014)

Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Impacto ambiental en el proceso de construcción de una carretera afirmada en la zona Alto Andina de la región Puno.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta de carácter preventivo, orientado a informar al promotor de un proyecto, respecto a los efectos al medio ambiente que pueden generar con su ejecución. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad principal establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa u obstruccionista, ni un freno para el desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico. (Vásquez 2015)

Gobierno Regional de Cajamarca. 2013. Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Chamaya - Jaén - San Ignacio - Río Canchis, Tramo San Ignacio – Puente Integración. Cajamarca.

El proyecto tuvo como finalidad la rehabilitación y mejoramiento de este tramo de carretera, ya que anteriormente la vía se encontraba afirmada en mal estado de conservación, en todo su recorrido, presentando un trazo con curvas pronunciadas y buena cantidad de quebradas que atravesaban la vía.

Este tramo presenta 47.423 km de longitud y beneficia a la población de San Ignacio y Namballe.

Municipalidad Provincial de San Ignacio. 2015. Construcción de trocha carrozable caserío Nuevo Porvenir - Sector Santa Fe, distrito de San Ignacio, provincia de San Ignacio – Cajamarca. San Ignacio.

El presente proyecto tuvo como finalidad facilitar el transporte de la producción agropecuaria de los habitantes del caserío Nuevo Porvenir – Sector Santa Fe, a los diferentes mercados de consumo local, ya que sólo se contaba con un camino de herradura para estos fines. Además la población tiene un difícil acceso a los servicios sociales básicos, asentados con más eficiencia en la capital de la provincia. El tramo realizado es de 9.477 km.

Municipalidad Provincial de San Ignacio. 2015. Construcción de la carretera Francisco Bolognesi - Vista Alegre – La Estrella, distrito de San Ignacio, provincia de San Ignacio - Cajamarca”. San Ignacio.

Este proyecto es de suma importancia ya que unió los caseríos de Francisco Bolognesi, Vista Alegre y La Estrella, permitiéndoles trasladar sus productos agrícolas y conectarse con el distrito de San Ignacio, con una longitud de 7.874 km, fortaleciendo e impulsando las actividades comerciales, brindando adecuadas condiciones de transitabilidad, además garantizó el desarrollo de los ciudadanos.

2.2. Bases Teórico Científicas

Las bases teóricas-científicas que son de ayuda teórica, técnica y normativa para la realización del proyecto; tienen un carácter fundamental y de gran ayuda para este, las cuales se presentan a continuación.

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (DG - 2018). RD N° 03-2018-MTC/14 (Modificación 2018)

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de

Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio, por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

El objetivo de este Manual es brindar, a la comunidad técnica nacional, un documento actualizado para uso en el campo del Diseño de Carreteras, conformando un elemento, que organiza y recopila las Técnicas de Diseño Vial desde el punto de vista de su concepción y desarrollo en función de determinados parámetros, considerando los aspectos de conservación ambiental y de seguridad vial, coherentes con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, de reciente actualización, y de las Normas Oficiales vigentes.

MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y PAVIMENTOS”. RD N° 10-2014-MTC/14 (06.04.2014)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, es un organismo del Poder Ejecutivo que cuenta con personería jurídica de derecho público y constituye un pliego presupuestal, el mismo que conforme a lo señalado en la Ley N° 29370 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene entre sus funciones, la de formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, fiscalizar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles del gobierno. En tal sentido es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondientes a las Carreteras y Caminos, con el propósito de brindar a los Ingenieros las pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto. Asimismo, la sección de Suelos y

Pavimentos permite a los consultores emplear nuevas tecnologías debidamente sustentadas y acreditadas ante el MTC.

MANUAL DE CARRETERAS “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN” (EG - 2013). RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013)

El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” es de carácter general y responde a la necesidad de promover la uniformidad y consistencia de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales.

También tienen por función las de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y propugnar la calidad del trabajo, para cuyo logro, se considera importante que los ejecutores promuevan mecanismos de autocontrol de calidad de obra y la aceptación satisfactoria por parte de la entidad contratante. La Supervisión tendrá la función de efectuar el Control de Calidad de la Obra para lo cual contará con los elementos técnico-logísticos que requiera el Proyecto.

MANUAL DE CARRETERAS “HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE”. RD N° 034-2008-MTC

El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante Decreto Supremo N° 034 – 2008 – MTC dispone entre otros la implementación del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, el cual es un documento que resume lo más sustancial de la materia, que servirá de guía y procedimiento para el diseño de las obras de drenaje superficial y subterránea de la infraestructura vial, adecuados al lugar de ubicación de cada proyecto.

Las características geográficas, hidrológicas, geológicas y geotécnicas de nuestro país dan lugar a la existencia de problemas complejos en materia de drenaje superficial y subterráneo aplicado a carreteras; debido al carácter muy aleatorio de las múltiples variables (hidrológico-hidráulico, geológico-

geotécnico) de análisis que entran en juego, aspectos hidráulicos que aún no están totalmente investigados en nuestro país; el planteamiento de las soluciones respectivas, obviamente estarán afectados por niveles de incertidumbres y riesgos inherentes a cada proyecto. Por lo tanto y dado el carácter general y orientativo del presente Manual, para el tratamiento de los problemas señalados se deberá aplicar los adecuados criterios profesionales.

MANUAL DE CARRETERAS “MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL”. RD N° 034-2008-MTC

Este manual constituye un documento técnico que permite a los responsables, programar, presupuestar, ejecutar y controlar las actividades de conservación vial; y que tiene por finalidad brindar los criterios apropiados que se deben aplicar para la gestión del conjunto de actividades técnicas de naturaleza rutinaria y periódica, que se ejecuten en las vías, incluyendo los puentes, túneles y demás elementos de la misma, para que estos se conserven en niveles de servicio adecuados. Asimismo, el manual contiene las especificaciones técnicas generales para la conservación vial, que deben ser aplicadas sin modificación alguna.

MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRÁNSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS.

El presente Manual es un documento oficial que contiene los diferentes dispositivos para el control del tránsito o movilidad, para ser utilizados en el diseño, construcción, rehabilitación, mejoramiento, puesta a punto, conservación o mantenimiento y dispositivos de control del tránsito temporal en zonas de trabajo y emergencias o sucesos.

En el contenido del Manual se establece el modo de empleo de los diferentes dispositivos de control del tránsito, en cuanto se refiere a su clasificación, funcionalidad, color, tamaño, formas y otros, a utilizarse en las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras, así como de las vías urbanas.

LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY N° 28611). DECRETO SUPREMO N° 008-2005-PCM.

La Ley General del Ambiente es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú.

Establece los principios y normas básicas que aseguren el efectivo ejercicio del derecho constitucional al ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

Asimismo, la Ley General del Ambiente regula el cumplimiento de las obligaciones vinculadas a la efectiva gestión ambiental, que implique la mejora de la calidad de vida de la población, el desarrollo sostenible de las actividades económicas, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural del país, entre otros objetivos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

De acuerdo al diseño de investigación es descriptiva, porque requiere de una observación, descripción y comprensión profunda de las condiciones y hechos actuales, mediante recolección de datos.

De acuerdo al fin que se persigue es aplicada, ya que el principal objetivo es resolver un problema práctico (falta de una carretera) aplicando y utilizando los conocimientos adquiridos en la práctica de la Ingeniería Civil.

3.1.2. Población y muestra

Debido a que el objeto de estudio es una carretera y en toda su longitud al 100% no existe una población a nivel de selección estadística. Por lo cual el muestreo para la recolección será el siguiente:

Calicatas para el estudio de mecánica de suelos cada 1000 metros.

Seccionamiento topográfico cada 20 metros.

Estudio de tráfico durante 7 días para obtener la mayor muestra posible.

3.1.3. Métodos y técnicas de recolección de datos

Estudio de tráfico

Formato del MTC

Estudio de suelos

Contenido de Humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

Granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

Ensayo CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

Ensayo de compactación proctor modificado: Es una prueba de laboratorio que sirve para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.

Ensayo de resistencia a la abrasión: Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.

Equivalente de arena: Proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo (sucio) ó material arcilloso en los suelos ó agregados finos.

Límite Líquido: Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.

Límite Plástico: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.

Levantamiento topográfico

Equipos topográficos y labores de gabinete

FUENTES

Bibliográfica

Normativa existente

INSTRUMENTOS

Programas de Cómputo:

AutoCAD

AutoCAD Civil 3D

Microsoft Office (Word, Excel)

Sistemas RW7 Pro

S10 Presupuestos 2005

Ms Project

Google Earth Pro

Topográficos:

Estación Total

Prisma para estación total

Brújula

GPS

Eclímetro

Winchas

Estacas, libreta de campo, comba, pintura, pincel, etc.

Laboratorio de Mecánica de Suelos:

Mallas

Hornos

Máquina de los Ángeles

Moldes de Proctor

Moldes de CBR

Equipo de corte directo

Equipo para límites de Atterberg

3.1.4. Técnicas de procesamiento de datos

FASE I

Presentación formal y coordinación con las autoridades competentes

Visita a la zona del proyecto y recolección de información
Inicio de la recopilación de datos para la evaluación de impacto ambiental
Recolección de información bibliográfica y antecedentes del proyecto
Revisión de la normativa nacional vigente

FASE II

Estudio de tráfico
Estudio de rutas
Levantamiento topográfico
Elaboración de planos topográficos del área del proyecto
Evaluación de dos alternativas y elección de la mejor propuesta de diseño
Elaboración del diseño geométrico de la mejor propuesta
Proceso y toma de datos para la evaluación de impacto ambiental
Toma de muestras para ensayos de mecánica de suelos
Realización de ensayos de mecánica de suelos
Estudio de canteras y botaderos

FASE III

Evaluación y elección del tipo de estructura y superficie de rodadura
Diseño del tipo de estructura y superficie de rodadura
Estudio hidrológico e hidráulico
Proceso y toma de datos para la evaluación de impacto ambiental
Diseño de las obras de arte
Elaboración de planos del diseño de obras de arte

FASE IV

Metrados
Análisis de costos unitarios
Elaboración de costos y presupuestos
Determinación de los beneficios y rentabilidad
Cronograma de ejecución de obras

Elaboración de informe final de la evaluación de impacto ambiental
Conclusiones y recomendaciones
Elaboración final del proyecto

3.2. Metodología

3.2.1. Estudio de tráfico

Las características y el diseño de una carretera deben basarse, explícitamente, en consideración de los volúmenes de tránsito y de las condiciones necesarias para circular por ella, con seguridad vial ya que esto le será útil durante el desarrollo de carreteras y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de definición geométrica, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito así como en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transportes.

En consecuencia el estudio de tráfico es requisito indispensable para una acertada evaluación del problema vial. El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto: cuantificar, clasificar por tipos de vehículos y conocer el volumen diario de los vehículos que transitan por una carretera; y así a través del conteo vehicular obtener un IMDA y según este tener la información necesaria para determinar las características de diseño de la vía, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Así como es de utilidad para la evaluación económica de las alternativas de solución planteadas, y dar solución a los problemas identificados.

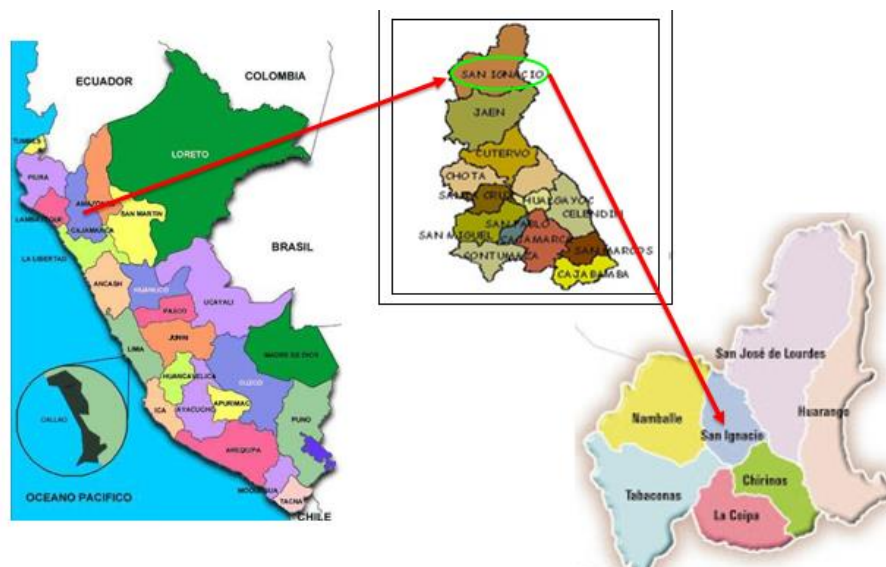
3.2.1.1. Localización geográfica de la carretera

La vía en estudio se encuentra ubicado en el distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca.

Se tiene acceso por la carretera longitudinal de la selva norte (DV Olmos – Jaén – Tamborapa - San Ignacio), se llega hasta el distrito

de San Ignacio, luego se pasa por el cruce Ihuamaca, después al caserío San Juan, donde inicia el presente proyecto.

Figura N° 1: Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2. Objetivos

Objetivo generales

Determinar el Índice Medio Diaria Anual (IMDA) que tendrá la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal.

Objetivos específicos

Identificar las características del tráfico que circula en la carretera más cercana.

Realizar el Censo de Vehículos para determinar el volumen y clasificación vehicular.

3.2.1.3. Censos volumétricos de tráfico

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa fundamentalmente en la realización de aforos de tránsito en el camino de estudio, o en el camino más cercano a este; para estos aforos se ubicó una estación de censo volumétrico en la trocha

carrozable antes de llegar a San Juan, cerca al cruce Bellavista, tal como indica la siguiente figura:

Figura N° 2: Estación de conteo vehicular



Fuente: Google Earth

El aforo de tráfico, por tener características de bajo volumen de tránsito, se realiza mediante el conteo manual de los vehículos que regularmente transitan por la trocha cruce Bellavista – San Juan.

Durante el periodo de conteo se registra los vehículos que transitan en la vía, el sentido y el tipo de vehículos, para proporcionar información y determinar las características de diseño de la vía en estudio.

Conforme a lo estipulado, se realizan los aforos en un periodo de 7 días. La duración de los conteos es de 24 horas consecutivas.

3.2.1.4. Estaciones de conteo

Para definir la estación de conteo se han utilizado los Diagramas Viales que dispone la Municipalidad de San Ignacio, y luego en campo, se ha verificado la ubicación de la estación preestablecida, el cual se determinó conforme a los siguientes aspectos:

Buscar siempre el lugar adecuado para facilitar una mejor captación de información.

Tomar en cuenta la existencia de otros caminos, para evitar que el tráfico se desvíe hacia ellos y no afecte el conteo.

Visibilidad apropiada para identificar con facilidad los vehículos.

Personal de levantamiento

Para realizar el levantamiento de campo, se ha buscado un personal de apoyo el cual pueda ayudar en la toma de datos ya que el conteo se realizó en ambos sentidos de circulación, contando con material necesario como: lapiceros, borradores, cámara, copias de los formatos, banco, etc.

Digitación y control de calidad

Esta actividad corresponde íntegramente al trabajo de gabinete. La información de los conteos de tráfico obtenidos en campo son procesados en formatos Excel, donde se registran todos los vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo.

La información obtenida de los conteos tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera aledaña a la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria.

Resultado de conteo

El principal resultado de los conteos volumétricos de tráfico será la obtención del Índice Medio Diario Anual (IMDA), su distribución horaria con el cual se pueda calcular el máximo volumen horario.

Se utiliza la siguiente formula:

$$IMD_a = IMD_s * FC \qquad IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal

IMDa = Índice Medio Diario Anual

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

3.2.1.5. Proyección de tráfico

Definición de los tipos de tráfico para las proyecciones

La clasificación de proyectos viales por lo general responde a criterios relacionados con el diseño o con el tipo de intervención planteada en un proyecto (pavimentación, rehabilitación, mejoramiento, etc.). Sin embargo, esta clasificación también debe estar relacionada al impacto del proyecto sobre la demanda de transporte.

Para la proyección del tráfico de la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, se tomará en cuenta los resultados del conteo de tráfico, realizado para fines del presente estudio, y las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas de la región Cajamarca.

Para la proyección del tráfico, se ha identificado 2 tipos de tráfico: (i) tráfico normal (sin proyecto), (ii) tráfico generado (por efecto del proyecto).

Tráfico Normal (sin proyecto): Es el tráfico que crece de forma natural conforme crece la economía nacional, sin intervenciones que produzcan crecimientos picos.

Tráfico Generado (por efectos del proyecto): Es el tráfico que circularía en la nueva carretera, como efecto de su apertura, en mejoras a las condiciones de producción agrícola, agropecuaria,

menor tiempo de viaje y distancia entre recorrido de las principales poblaciones del área de influencia directa o indirecta.

Con las definiciones anteriores se procederá a realizar los procedimientos de cálculo para cada uno de los tráficos que se consideraran para las proyecciones futuras de tráfico.

Identificación de variables

Para la definición de las tasas de crecimiento del tráfico antes mencionado, se parte en primer lugar de la definición de las variables que intervendrán en el proceso de determinación de las tasas de crecimiento para cada uno de los tipos de tráfico.

Existen dos procedimientos que son utilizados para proyectar el tráfico normal en vías de características similares a la trocha en estudio:

Con información histórica de los Índices Medios Diarios Anuales (IMDA) del tráfico existente en la carretera en estudio.

Con indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico.

Para el caso de los estudios de tráfico se debe contar con registros históricos en caso se tuviera; otra variable importante y muy relacionada con el crecimiento del tráfico es el PBI, que es un dato que identifica el comportamiento de la economía nacional que por consiguiente se puede vincular con el crecimiento del tráfico. Se tiene además la variable de crecimiento poblacional que tiene relación con el incremento de movilización de pasajeros.

Estas variables establecerán su crecimiento a futuro, a los diferentes tipos de tráfico a los cuales se deben de realizar proyecciones.

Tasa de crecimiento de la Demanda

Para las tasas de crecimiento se trabajara en dos aspectos: la tasa de crecimiento del PBI y la tasa de crecimiento poblacional.

El contexto de este estudio, la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del PBI se obtuvieron de los estudios realizados por el INEI a nivel departamental (Cajamarca) y cumpliendo con los criterios del crecimiento dinámico socio – económico; según el MTC considera que este valor debe estar entre los rangos del 2 % y 6%.

3.2.1.6. Clasificación de las carreteras de acuerdo a la demanda

El estudio de tráfico es muy importante, ya que con esto se podrá determinar qué tipo de carretera deberá ser el nuevo proyecto, y por ende hacer un diseño de acuerdo a su demanda.

Autopistas de primera clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

Autopistas de segunda clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos

vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

Carreteras de 1ra. Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 Veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de 2da. Clase

Son carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

Carreteras de 3ra. Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Trochas carrozables

Son vías transitables que no alcanzan las características geométricas de una carretera que por lo general tiene un IMDA menor a 200 veh/día. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

3.2.2. Estudio de rutas

La primera etapa en la elaboración de un proyecto vial consiste en el estudio de las rutas. Por ruta se entiende la faja de terreno, de ancho variable, que se extiende entre los puntos terminales e intermedios por donde la carretera debe obligatoriamente pasar, y dentro de la cual podrá localizarse el trazado de la vía. Como quiera que las rutas puedan ser numerosas, el estudio de las mismas tiene como finalidad seleccionar aquella que reúna las condiciones óptimas para el desenvolvimiento del trazado.

El estudio es por consiguiente un proceso altamente influenciado por los mismos factores que afectan el trazado, y abarca actividades que van desde la obtención de la información relativa a dichos factores hasta la evaluación de la ruta, pasando por los reconocimientos preliminares. De las actividades que abarcan el estudio de las rutas y donde de una u otra manera se aplica la Topografía, se encuentran la elaboración de los croquis y los reconocimientos preliminares.

3.2.2.1. Objetivos

Objetivo general

Evaluar y definir la ruta más viable y adecuada para el proyecto: “Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca”.

Objetivos específicos

Definir las posibles rutas de la carretera, ya sea en campo o a través de curvas de nivel.

Establecer la metodología con la que se van a evaluar las rutas.

Demostrar cual es la ruta más viable y adecuada para el presente proyecto de carretera.

3.2.2.2. Elección de la ruta

Reconocimiento topográfico del terreno

En primer lugar se realizó una reunión general con las autoridades y los pobladores de los caseríos involucrados en el estudio, para recolectar información de la zona que será de utilidad, como es el tema de los pases o permisos para poder realizar los estudios en campo.

Posteriormente se solicitó el apoyo de pobladores para poder realizar el estudio del reconocimiento, se tuvo en cuenta la influencia sobre el futuro desarrollo de la región, las poblaciones favorecidas con el proyecto, los puntos notables de configuración topográfica, los puntos de paso y las hectáreas de terreno para el caso de expropiaciones, tal como se aprecia en las siguientes figuras:

Figura N° 3: Reconocimiento de la zona del proyecto



Fuente: Propia

Figura N° 4: Reconocimiento de la zona del proyecto



Fuente: Propia

Se tomaron las distancias recorridas desde el primer punto, las alturas sobre el nivel del mar, dirección de cada punto, tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales.

También se observó la existencia de escurrimiento superficial o subterráneo que afloran a la superficie y que afecten el camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas.

Se evaluó las rutas posibles a seguir en el terreno que conecten la mayor cantidad de sectores y casas que se encuentran en la zona, que el trazo no incluya terrenos de propiedad privada en grandes áreas, que no ocasione grandes perjuicios en el equilibrio ecológico de la zona y que se optimicen los costos en la ejecución del mismo.

Durante el recorrido se observó que casi toda la zona está cubierta por gran cantidad de hectáreas del producto bandera de estos caseríos que es el café. Además, aparte de esto también se vio grandes superficies de pasto que es utilizado como alimento para el ganado vacuno.

Figura N° 5: Zonas cubiertas con café y pasto para el ganado



Fuente: Propia

También se ha podido identificar el nivel de altura al que están ubicados los caseríos, el cual es un factor muy importante a tener en cuenta para llevar nuestro trazo. Además se identificó las zonas con mayor y menor pendiente para tener en cuenta al momento de realizar el trazo así tratar de evitar en lo posible un mayor movimiento de tierras.

Figura N° 6: Zonas con fuertes pendientes



Fuente: Propia

Finalmente con los datos obtenidos del reconocimiento directo de las posibles rutas del terreno, se procedió a procesar los datos para tomar la decisión final sobre la elección de la ruta de la carretera.

3.2.2.3. Definición del tipo de terreno y la máxima pendiente

Luego de haber reconocido el terreno de manera directa, podemos clasificar el tipo de terreno para establecer parámetros de máxima pendiente y máxima velocidad de diseño; para ello se hace uso del Manual de Carreteras – Diseño Geométrico (DG-2018).

Cuadro N° 1: Pendientes máximas dadas por el DG-2018

Pendientes máximas (%)																				
Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Fuente: Manual de carreteras – Diseño geométrico

De acuerdo al cuadro de máximas pendientes, la máxima pendiente puede llegar al 10% ya que la topografía y reconocimiento directo nos indican que es un terreno escarpado o accidentado. Definiendo así su velocidad de diseño de 20 Km/h.

3.2.2.4. Identificación de alineamiento y puntos obligados

En la construcción de un camino se trata siempre de que la línea quede siempre alojada en terreno plano la mayor extensión posible, pero siempre conservándola dentro de la ruta general. Esto no es siempre posible debido a la topografía de los terrenos y así cuando llegamos al pie de una cuesta la pendiente del terreno es mayor que

la máxima permisible para ese camino y es necesario entonces desarrollar la ruta.

Debido a estos desarrollos necesarios y a la búsqueda de pasos adecuados es por lo que los caminos resultan de mayor longitud de la marcada en línea recta entre dos puntos. Sin embargo, debe tratarse siempre, hasta donde ello sea posible, que el alineamiento entre dos puntos obligados sea lo más recto que se pueda de acuerdo con la topografía del proyecto y de acuerdo también con el tránsito actual y futuro del camino.

En base al reconocimiento se localizan puntos obligados principales y puntos obligados intermedios, cuando el tipo de terreno no tiene problemas topográficos únicamente se ubican estos puntos de acuerdo con las características geológicas o hidrológicas y el beneficio o economía del lugar, en caso contrario se requiere de una localización que permita establecer pendientes dentro de los lineamientos o especificaciones técnicas.

Una vez realizado el reconocimiento en campo de la topografía del terreno, el uso de tierras en el área del proyecto; las áreas que son zonas de cultivos, áreas que se encuentran aptas para el paso del camino, e identificación de quebradas, etc., se identificó en un plano los puntos obligados principales y los puntos obligados intermedios; así como las zonas de vivienda y de cultivo.

San Juan – San Francisco – Tunal, se han identificado como los puntos obligados de la trocha, por ser los caseríos que debe unir esta vía. Además se han identificado las zonas de cultivo y las casas de la población.

Como puntos intermedios se han identificado dos sectores entre el caserío San Juan y San Francisco, los cuales tienen una muy buena cantidad de viviendas y pobladores que deberían estar conectados con la ruta principal.

Figura N° 7: Puntos obligados y puntos intermedios del proyecto



Fuente: Google Earth

Una vez identificados los puntos obligados, intermedios, las zonas de uso de tierra, condiciones hidrológicas; se han obtenido las curvas de nivel de ésta área del proyecto para poder realizar el trazado preliminar de las posibles rutas y elegir la más adecuada; para ello se han obtenido las curvas de nivel de esta zona generándolas del Google Earth y exportándolas al AutoCAD.

En estas curvas de nivel se marcó los puntos anteriormente identificados para tener una visión de nuestro punto de partida, puntos de pase, zonas por las que debemos en lo posible evitar pasar, puntos intermedios y puntos de llegada.

3.2.2.5. Ruta propuesta en campo

Condiciones generales del trazado

La localización de una ruta entre dos puntos, uno inicial y otro final, establecidos como condición previa, implica encontrar una franja de terreno cuyas características topográficas y factibilidad de uso,

permita asentar en ella una carretera de condiciones operativas previamente determinadas.

El procedimiento de localización empieza, con la determinación de un trazado tentativo mediante la señalización de una línea con estacas a través del territorio, cuando éste es de topografía plana u ondulada, siguiendo en lo posible la ruta más directa entre los extremos fijados para el camino, con la condición de ir salvando los accidentes naturales y las edificaciones o instalaciones que revistan un carácter relativamente intangible por su importancia. En los puntos de inflexión de la poligonal que se va formando, se señala el trazado con algún elemento, tal como una estaca que permite identificar el recorrido seguido.

Cuando el territorio es accidentado, el trazo resulta controlado por las inclinaciones del terreno. En estos casos, además de la necesidad, de salvar los accidentes importantes, el trazo se enfrenta a la necesidad de salvar la diferencia de alturas en los tramos en que se requiere ascender o descender para pasar por puntos obligados de la ruta.

Para estos casos se traza en el terreno un alineamiento de dirección variable, que tiene la particularidad de ascender o descender el terreno, con una pendiente constante para el tramo, elegida o calculada previamente en razón a dos parámetros principales: la altura por salvar y la pendiente máxima promedio, aceptable para el camino. La pendiente seleccionada deberá estar algunos puntos por debajo de esa pendiente máxima, como criterio previo dado que hay que asegurar que en el trazo definitivo se requiere no sobrepasar las pendientes máximas permitidas.

La materialización de este trazado preliminar, tradicionalmente se hace con la ayuda de un eclímetro. Este es un instrumento manual que permite señalar la horizontalidad mediante un nivel y la

pendiente deseada mediante un visor graduado respecto a la horizontal. De esta manera el operador señala a quien porta la mira, su ubicación en el terreno en una poligonal que asciende o desciende con la pendiente establecida. En cada punto se estaca el terreno para no perder la referencia.

Elección de la pendiente para el trazo de la ruta

El rango de valores que puede tener nuestra pendiente de trabajo, para el trazo de la ruta, estará comprendida entre la pendiente mínima aumentada en 1% y la máxima disminuida en 1%. En esta fase del trabajo se recomienda no utilizar los valores mínimos y máximo de la pendiente, reservar estas ya en el diseño definitivo de la rasante y caso fuese necesario utilizarla.

El Manual de Carreteras – Diseño Geométrico (DG-2018) nos indica que la máxima pendiente es del 10% como se había mencionado anteriormente.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3000 msnm, los valores máximos para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Procedimiento:

En primer lugar se recorrió el terreno por el cual se pretende las posibles rutas, observando y evaluando las condiciones más factibles para el trazo.

Figura N° 8: Recorrido de las posibles rutas



Fuente: Propia

Antes de salir a campo se preparó el material a utilizar, tales como la obtención de estacas. Después, se comenzó el trabajo clavando estacas en los puntos de inicio y los puntos de inflexión.

Cabe destacar que la topografía de la zona es totalmente accidentada por lo que no se tuvo muchas opciones por dónde establecer nuestra ruta con la pendiente indicada; lo que nos permitía descartar otras rutas y tener la visión de la ruta más adecuada; sumada a que la ruta elegida está libre de expropiaciones y brinde mayores beneficios.

En tramo de San Juan – San Francisco, es una zona con muchos bosques y grandes pendientes, por lo tanto se tuvo que cortar con machete la vegetación.

Una vez terminado de colocar las estacas en los puntos de inflexión; con ayuda del GPS, la estación total y el prisma se obtuvo las

coordenadas de cada punto de inflexión; para poder llevarlo a las curvas de nivel obtenido del Google Earth y poder realizar el estudio de las otras posible rutas.

3.2.2.6. Rutas en estudio

Para poder realizar el trazo de las otras posibles alternativas de rutas se han tenido que hacer el levantamiento topográfico.

3.2.2.7. Trazado de la línea de pendiente

Una vez establecido el trazo alternativo N°01 en las curvas de nivel, se debe realizar el trazo de las otras posibles rutas para realizar la evaluación de la alternativa más adecuada; usando la metodología del trazado de línea de pendientes, con el fin de realizar una comparación racional de las diferentes alternativas propuestas aportando criterios técnicos que permitan seleccionar la mejor ruta.

3.2.3. Estudio Topográfico

La topografía estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. El plano topográfico es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. El levantamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas o elevaciones de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel, a escalas convenientes para la interpretación del plano por el ingeniero y para la adecuada representación de la carretera y de las diversas estructuras que lo componen.

En los reconocimientos se recomienda usar de preferencia planos a escala en el rango entre 1:2000 y 1:10000 con curvas de nivel, a intervalos de altura de 5 m. En terrenos muy empinados no es posible el

dibujo de curvas a este intervalo y será necesario elegir un intervalo mayor, en que la distancia horizontal en el dibujo, entre dos curvas de nivel sea mayor a 1 mm. En los diseños definitivos se recomienda utilizar planos en planta horizontales normalmente en el rango de 1:500 y 1:1000 para áreas urbanas; y de 1:1000 y 1:2000 para áreas rurales; y curvas a nivel a intervalos de 0.5 m. a 1.0 m. de altura en áreas rurales y a intervalos de 0.5 m. en áreas urbanas.

Los planos topográficos para proyectos definitivos de gran magnitud deben estar referidos a los controles terrestres de la cartografía oficial, tanto en ubicación geográfica como en elevación, para lo cual deberá señalarse en el plano el hito Datum o BM tomado como referencia.

3.2.3.1. Objetivos

Objetivo del levantamiento topográfico

El objeto del levantamiento topográfico del terreno consistió en obtener la mayor representación de todos los accidentes del terreno sobre el cual se construirá la carretera, de tal manera que se estableció sobre toda su extensión las redes de apoyo horizontal y vertical, constituidas por puntos representativos relacionados entre sí, por mediciones de precisión relativamente alta.

Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es realizar el levantamiento topográfico para el “Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca”, de manera que se provea del servicio indispensable de vía de intercomunicación a la población de esta parte de nuestra Región Cajamarca.

3.2.3.2. Trabajo de campo

Los trabajos desarrollados incluyen el levantamiento del eje de la trocha proyectada, la topografía de los márgenes derechos e

izquierdos con el fin de obtener secciones transversales, el levantamiento topográfico de las posibles quebradas y puntos donde irán las obras de arte, viviendas y BMs.

Para este estudio se necesitaron una estación total marca TOPCOM GPT 3107W, un trípode, un GPS marca GARMIN MAP 62, 4 Jalones, 4 Prismas, una wincha, esmalte, pincel, etc.

Figura N° 9: Utilización de equipos para el levantamiento topográfico



Fuente: Propia

3.2.4. Estudios de Suelos

Los trabajos de mecánica de suelos se desarrollaron con la finalidad de investigar las características del suelo que nos permitan establecer los criterios de diseño de la vía.

El estudio se desarrolla en tres etapas; los trabajos corresponden al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto, y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño.

3.2.4.1. Descripción de la vía existente

El proyecto se desarrolla en zona rural, en la cual se encuentra la presencia de un terreno muy escarpado, y con grandes depresiones, es propio de la zona de ceja de selva.

Figura N° 10: Presencia de terreno escarpado y con abundante vegetación



Fuente: Propia

En esta etapa inicial antes de evaluar las otras etapas, corresponde determinar las características de los suelos y la evaluación de la futura trocha carrozable en el área en estudio.

La trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal tiene una extensión de 8+238 km y una vía anexa de 346 metros.

3.2.4.2. Descripción de los trabajos realizados en el proyecto

Los trabajos que se han efectuado tanto en campo, laboratorio y gabinete, están orientados a desarrollar las actividades que permitan evaluar y establecer características físico – mecánicas del terreno natural y la estructura de la base donde se apoyará el pavimento.

Los trabajos para evaluar los materiales que componen la superficie de rodadura y la subrasante se ha realizado mediante la toma de muestras; ensayos destructivos del tipo calicatas.

3.2.4.3. Exploración de suelos

De acuerdo al Manual de Carreteras en la Sección de Suelos y Pavimentos indica el número de calicatas para exploraciones que se deben realizar por km de acuerdo al tipo de carretera.

Para el caso del estudio de esta carretera se ha determinado mediante el cálculo del IMDA menor a 200m veh/día, que es una trocha carrozable, la cual debe cumplir con una profundidad de 1.50m como mínimo a partir de la sub rasante, y el número de calicatas sería 1 por cada kilómetro. La norma señala que las calicatas se ubicaran longitudinalmente en forma alternada.

Cuadro N° 2: Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 1 calicata x km	

Fuente: Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades

físicas y mecánicas del suelo, mediante un programa de exploración directa, habiéndose ejecutado calicatas a cielo abierto, distribuidas de tal manera que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos.

La elaboración del perfil estratigráfico, requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos de laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de los resultados obtenidos permite clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo y establecer la estratigrafía del mismo.

En esta fase se han efectuado de cada calicata toma de muestras, para sus ensayos pertinentes en el laboratorio, y muestras para las pruebas de C.B.R. (California Bearing Ratio), con la finalidad de realizar el diseño de la estructura del pavimento de la carretera.

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se deben obtener muestras representativas que deben ser descritas e identificadas, con la profundidad de cada estrato; el nombre y la ubicación de cada calicata (coordenadas UTM-WGS84 tomadas con GPS), y deben ser colocadas en bolsas herméticas debidamente embaladas para su traslado al laboratorio.

De acuerdo al Manual de Carreteras en la Sección de Suelos y Pavimentos, el MTC indica el número de CBR como mínimo a realizar de acuerdo al tipo de carretera. Para el proyecto en estudio se han obtenido muestras para realizar ensayos CBR cada 3 km.

Cuadro N° 3: Número de ensayos MR y CBR

Tipo de Carretera	N° MR y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos

3.2.4.4. Ensayos de laboratorio

Los ensayos han sido realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realiza una breve explicación, también se señala el objetivo de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

3.2.4.4.1. Descripción de los ensayos de laboratorio

Propiedades Físicas

En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realizó una breve explicación de ellos y los objetivos correspondientes. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.013)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

Límite Líquido (NTP 339.129) y Límite Plástico (NTP 339.129)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuarteo al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al

plástico es el Límite Líquido y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO

Los diferentes tipos de suelos se definen por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación con dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) se determinasegún la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO se usa también de manera general. Los suelos pueden ser clasificados en grandes grupos: porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Propiedades Mecánicas

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

Ensayo Próctor Modificado (NTP 339.013)

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el

terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar a fin de obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda.

En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación.

El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, al grado de llenar casi los vacíos del suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pisón.

California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145)

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas.

Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

El CBR que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas, como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, por lo que se requiere un control minucioso, los ensayos CBR se llevan a cabo sobre muestras saturadas.

3.2.5. Estudio de canteras, fuentes de agua y botaderos

3.2.5.1. Estudio de canteras

El objetivo primordial de este estudio es la de obtener la información necesaria, la que permitirá obtener los parámetros con los cuales se diseñarán las estructuras de los pavimentos a nivel de afirmado.

Para tal efecto, se ha efectuado la evaluación de canteras existentes para el estudio de los materiales que se emplearán en la construcción de la trocha carrozable, y en agregados pétreos para la elaboración de concretos hidráulicos. Para lo cual se seleccionará únicamente aquellas que demuestren que la calidad y

cantidad de material existente son adecuadas y suficientes para la construcción vial y que cumplan las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Los trabajos de campo se han orientado a explorar el sub suelo, mediante la ejecución de toma muestreo en el área en estudio de las canteras. Se tomaron muestras de la cantera Río Chinchipe y Cantera de cerro (San Juan).

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que servirán de base para determinar las características y uso de la cantera.

3.2.5.1.1. Cantera Río Chinchipe

Ubicación

Se encuentra cerca al Puerto Chinchipe, ubicada a 20 km desde la ciudad de San Ignacio con un tiempo de 20 minutos de recorrido.

Material:

La cantera está conformada por áreas de almacenamiento a cielo abierto, se extrae el material del Río Chinchipe para su procesamiento en la chancadora.

Accesibilidad:

Cuenta con un solo acceso directo, la carretera Fernando Belaúnde Terry, ya que se encuentra al borde de la carretera teniendo que entrar en un tramo de 100 metros.

Potencia:

El área aproximada de explotación de los materiales según lo estimado en campo es 25000 m³, con un estrato explotable del 80%.

Uso:

Agregado grueso y fino para concreto.

Evaluación

Dicha cantera está ligada a la historia de las obras de la zona, además, cumple las exigencias técnicas del Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM-2000).

Procesamiento

El material se comprará en la ciudad de San Ignacio, ya que las canteras son de propiedad privada y venden los agregados en la ciudad.

3.2.5.1.2. Cantera de Cerro (San Juan)**Ubicación**

Se ubica en la carretera a San Juan, a una distancia de 4.30 km del inicio de la obra.

Uso

Afirmado para base, sub base y sub rasante.

Evaluación

Dicha cantera está ligada a las obras de trochas y carreteras con la ciudad de San Ignacio y sus contornos y cumple con el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM-2000).

Potencia

El área aproximada de explotación de los materiales según la estimación en campo tiene un Potencial de 100000 m³.

Procesamiento

Para poder realizar el aprovechamiento de material, se debe realizar una limpieza del terreno de 0.10 cm. La extracción y explotación se realizará con cargador frontal, tractor y volquetes.

3.2.5.1.3. Metodología del estudio de canteras

Trabajo de campo

El estudio de canteras comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados para las capas de relleno, sub-base, base granular, sub rasante y concreto hidráulico. Una vez ubicada la cantera, se procedió a su investigación geotécnica mediante el muestreo manual de la cantera seleccionada.

Ensayo de laboratorio de canteras

Los trabajos de laboratorio permitirán evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, serán sometidas a ensayos de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Testing and Materials (ASTM).

Los Ensayos de Laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de cantera se efectuarán de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP) y el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM – 2000) y son:

Ensayos estándares

Análisis granulométrico por tamizado	NTP 339.128
Límite Plástico	NTP 339.129

Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200	NTP 400.018
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	

Ensayos Especiales

Ensayo de California Bearing Ratio	NTP 339.145
Proctor Modificado	NTP 339.142
Equivalente de Arena	MTC E 114
Humedad Natural	NTP 339.127
Sales Solubles Totales	NTP 339.152

Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactado sin producción de finos contaminantes.

Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

3.2.5.2. Estudio de fuentes de agua

Las aguas certificadas y de buena calidad a utilizar en los diferentes trabajos recomendados en el estudio, se ubican cercanos a la obra y son los puntos de agua más significativos y que llevan considerable caudal en todo el año.

La quebrada Botijas es una fuente que se encuentra cerca a la mitad de la obra, en el caserío San Francisco, en la cual se ha realizado el estudio de agua.

Esta muestra fue sometida a ensayos químicos con la finalidad de determinar si presentan cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis,

sales como cloruro o sulfatos, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser nocivos para los materiales que componen el pavimento y para las obras hidráulicas.

3.2.5.3. Estudio de botaderos

A lo largo de la vía se han identificado áreas o lugares con características apropiadas para ser usadas como botaderos, es decir como áreas destinadas a la eliminación del material excedente de corte o de desmonte que permitirán minimizar los daños a la ecología y al medio ambiente; estos lugares se encuentran próximos a la vía pero son de propiedad de terceros, por lo cual se deberá considerar en el presupuesto la partida correspondiente o en su defecto la autoridad local deberá gestionar y/o garantizar el derecho de uso de las referidas áreas.

3.2.6. Diseño geométrico

El diseño de una carretera responde a una necesidad justificada social y económicamente. Ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener el camino que se proyecta, para que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, normalmente en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales.

3.2.6.1. Clasificación de las carreteras en el Perú

Se clasifican de acorde a la demanda y por orografía; las cuales pueden ser autopistas de primera y segunda clase, carreteras de primera, segunda y tercera; y por último las trochas carrozables. La clasificación de acuerdo a la orografía es: terreno plano, ondulado, accidentado y escarpado.

3.2.6.2. Vehículos de diseño

El Diseño Geométrico de Carreteras se efectuará en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás

características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente.

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

3.2.6.3. Velocidad de diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

3.2.6.4. Distancia de visibilidad

Es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

Visibilidad de parada

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Visibilidad de adelantamiento

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la misma distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menos, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

3.2.6.5. Diseño geométrico en planta

Consideraciones para el alineamiento horizontal

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente.

Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño.

Curvas horizontales

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo,

como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Curvas de transición

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.

Transición de peralte

Siendo el peralte la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, la transición de peralte viene a ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva.

Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor

dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.

3.2.6.6. Diseño geométrico en perfil

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

Curvas verticales

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el índice de curvatura K . La longitud de la curva vertical será igual al índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

3.2.6.7. Diseño geométrico de la sección transversal

Calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado.

Bermas

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Bombeo

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

Peralte

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

Derecho de vía o faja de dominio

Es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

Taludes

Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

Cunetas

Son canales contruidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

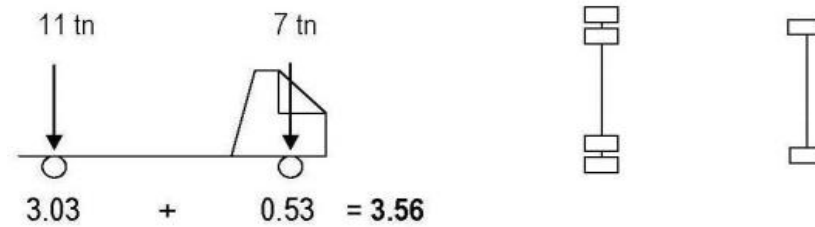
3.2.7. Diseño del Pavimento

El proceso de la información de campo y de laboratorio, así como la inspección de zonas críticas en la carretera y criterios económicos han permitido establecer y adoptar la alternativa del pavimento más recomendable para la vía.

3.2.7.1. Cálculo ESAL de diseño

Cálculo del Factor Equivalente de Carga para el Camión C2

El camión C2 tiene un eje delantero simple con rueda simple de 7 Ton y un eje posterior simple con ruedas dobles de 11 Ton. Para calcular el daño producido por cada eje, debemos convertir el peso en toneladas a KN o Lb. Aproximadamente 7 y 11 Ton equivalen a 68 y 107 KN y se calculan los factores equivalentes de carga para cada eje de acuerdo a las normas AASHTO. De la interpolación se obtuvo que los FEC son 0.53 y 3.03 respectivamente.



De acuerdo a las normas AASHTO, el número de vehículos considerados en el diseño es un porcentaje del IMDa, de acuerdo al número de carriles. Para una vía de dos carriles, se considera que el 50% de vehículos transitan en un sentido y el otro 50% transitan en otro sentido, por lo que el 50% del IMDa será el número de vehículos para el cálculo del ESAL de diseño.

3.2.7.2. Espesor del pavimento – Método AASHTO

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método AASHTO que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la sub rasante.

Nrep. = número de repeticiones de EE para el carril de diseño

3.2.8. Estudio Hidrológico

Esta parte trata temas relacionados a las metodologías que permiten estimar los caudales de diseño de las obras que constituyen el sistema de drenaje proyectado de la carretera (drenaje superficial y subterráneo).

Partiendo del análisis de la información hidrológica y meteorológica disponible en el área de estudio, se presentan criterios de diseño y límites de aplicación de los métodos considerados.

En el presente capítulo se expondrá el estudio hidrológico de las pequeñas cuencas que se forman en los puntos donde las quebradas intersectan el alineamiento del proyecto. Asimismo se determinan las principales características de una cuenca. Además se analizan intensidades de lluvia en la zona, para determinar el coeficiente de escorrentía superficial con los cuales se calculará los caudales para la elaboración del diseño hidráulico de las obras de drenaje pluvial.

3.2.8.1. Objetivos

Objetivos principales

Conocer las características físicas de la zona del proyecto y los parámetros necesarios para diseñar las obras de drenaje.

Objetivos Específicos

Realizar un análisis hidrológico de la zona del proyecto.

Conocer lluvias de diseño y posteriormente, calcular los caudales solicitantes aportadas por las precipitaciones.

Obtener parámetros para diseñar las obras de drenaje del proyecto.

3.2.8.2. Metodología de trabajo

Lo primero que se tomó en cuenta en este estudio fue la topografía del lugar y los lugares en detalle por donde pasa el eje de la carretera intersectados por las quebradas. Para ello se contó con planos y curvas de nivel, se realizaron visitas al lugar para conocerlo con más detalle.

El siguiente paso fue la obtención de datos técnicos para el estudio hidrológico. En esta parte del trabajo, se obtuvo información de lluvias máximas en 24 horas de la estación meteorológica más cercana (la estación Tabaconas), otorgada por el SENAMHI.

El estudio hidrológico se dividió en dos partes. La primera consistió en un análisis estadístico de las lluvias para determinar las lluvias de diseño para el proyecto. En segundo lugar se determinaron las curvas IDF, y con ello el caudal de diseño para las obras de drenaje del proyecto.

3.2.8.3. Características físicas de la Cuenca

Generalidades

Los recursos hídricos son vitales y de suma importancia para el desarrollo de toda actividad, ya sea en forma directa o indirecta, por tanto su uso y aprovechamiento debe ser económico, racional y múltiple. La abundancia o escasez de agua de una zona, así como su calidad pueden ocasionar restricciones en su aprovechamiento, así como conflictos en los ecosistemas.

El área de estudio forma parte de la vertiente del Atlántico, caracterizada por presentar quebradas de pequeña magnitud, que desaguan en la quebrada Botijas y a su vez esta desemboca en una quebrada más grande llamada San Antonio.

Se evaluará y definirá las características del escurrimiento hidrológico superficial del área del proyecto de la carretera. Ello implica el estudio de las principales corrientes de agua, caudales y sus variaciones, así como el examen de posibilidades de máximas de escurrimiento para determinados periodos de retorno.

3.2.8.4. La red hidrográfica

La caracterización hidrológica comprende la descripción hidrográfica de las principales quebradas así como la cuantificación de sus caudales y comportamiento de estos en forma espacial y temporal.

En este caso específico describiremos la hidrografía de la cuenca de la quebrada Botijas, que compromete el área de estudio.

3.2.9. Estudio de hidráulica y drenaje

El estudio de hidráulica y drenaje se recomienda iniciarse después de aprobado el proyecto de diseño geométrico, y es de actividad obligatoria la inspección insitu del drenaje natural.

Como parte del drenaje se incluye el control del agua superficial y el desalojo adecuado del agua bajo los caminos en los cauces naturales. Entre los aspectos relacionados con el drenaje que deben tomarse en cuenta para el diseño y construcción de caminos se incluyen los siguientes: drenaje superficial de la calzada; control del agua en cunetas y a las entradas y salidas de tuberías; cruces de cauces naturales y de arroyos; cruces en humedales; sub drenaje; y selección y diseño de alcantarillas, badenes, etc.

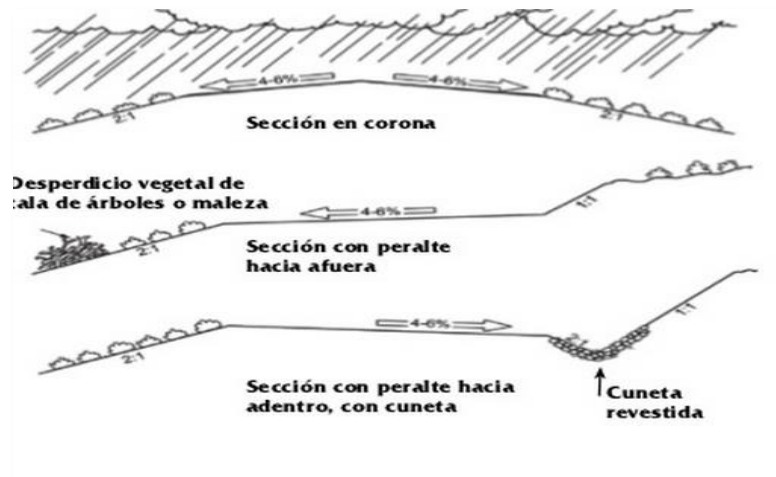
Drenaje Superficial

El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia.

El elemento básico del drenaje transversal se denomina alcantarilla, considerada como una estructura menor, su densidad a lo largo de la carretera resulta importante e incide en los costos, por ello, se debe dar especial atención a su diseño.

Para ello se han tomado medidas usando secciones con peralte hacia afuera, hacia adentro o en corona.

Figura N° 11: Drenaje Superficial



Fuente: Ingeniería de caminos rurales

3.2.9.1. Cunetas

Localización en secciones de corte y terraplén

Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte; conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición. Las cunetas construidas en zonas en terraplén protegen también los bordes de las bermas y los taludes del terraplén de la erosión causada por el agua de lluvia, además de servir, en muchas ocasiones, para continuar las cunetas de corte hasta una corriente natural en la cual entregar.

Para las cunetas en zonas de corte los puntos de disposición son cajas colectoras de alcantarillas y salidas laterales al terreno en un cambio de corte a terraplén, las aguas se disponen al terreno natural mediante bajantes.

Las cunetas se deben localizar esencialmente en todos los cortes, en aquellos terraplén susceptibles a erosión. Las abscisas en las cuales se deben ubicar cunetas y puntos de desagüe deben ser obtenidas a partir del análisis de los perfiles de la vía y de los peraltes en donde indica el sentido del bombeo para el caso de doble calzada.

Caudal de diseño

Considerando que por lo general el área aferente a las cunetas es inferior a una hectárea, para la obtención de los caudales de diseño se emplea el método racional.

El área referente a la cuneta debe incluir la calzada o media calzada de la vía, más la proyección horizontal del talud de corte hasta la zanja de coronación en caso tuviese. En la definición de esta área se debe considerar el perfil del diseño geométrico que establece los límites o puntos altos que definen los sentidos de drenaje hacia las cunetas.

El coeficiente de escorrentía corresponderá al coeficiente ponderado de la sub cuenca que contiene el tramo en estudio.

Finalmente, la intensidad es calculada a partir de la curva intensidad – duración – frecuencia del proyecto, para el periodo de retorno seleccionado y un tiempo de concentración mínimo.

Tipos de sección y seguridad vial

La sección transversal de la vía y dentro de ella la de la cuneta, juega un papel fundamental en la seguridad vial, por lo que al proyectar las cunetas con una determinada sección, este aspecto debe ser considerado.

Cunetas con una sección inadecuada pueden originar problemas de encunetamiento de los vehículos y, en los casos más graves, hasta vuelco.

Dentro de las cunetas triangulares, es necesario limitar las pendientes de la cuneta y la profundidad de la misma de acuerdo a las exigencias mínimas puestas en disposición en el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Volumen de Tránsito.

Funcionamiento Hidráulico de las Cunetas

El dimensionamiento o diseño hidráulico de la cuneta consiste en verificar que la capacidad hidráulica de la estructura, estimada con la expresión de Manning, sea superior al caudal de diseño.

La expresión de Manning es:

$$Q = \frac{1}{n} (AR^{\frac{2}{3}})(S^{1/2})$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m³/s)

n: coeficiente de rugosidad de Manning

A: área mojada, en metros cuadrados (m²)

R: radio hidráulico, en metros (m)

S: pendiente, en metros por metros (m/m)

La pendiente coincide usualmente con la pendiente longitudinal de la vía. La lámina de agua debe ser inferior o igual a la profundidad de la cuneta y la velocidad debe ser, a su vez, menor que la máxima admisible para el material de la cuneta, pero mayor que la velocidad que favorezca la sedimentación y el crecimiento vegetal.

Revestimiento

Una cuneta y, en general, un canal, se revisten con los siguientes objetivos: reducir la infiltración, prevenir el crecimiento de vegetales, reducir costos de mantenimiento, mayor vida útil del canal y mayor estabilidad de la sección.

Se considera, entonces, que el revestimiento de las cunetas para vías de primer y segundo orden es necesario, mientras que para vías de tercer orden es opcional.

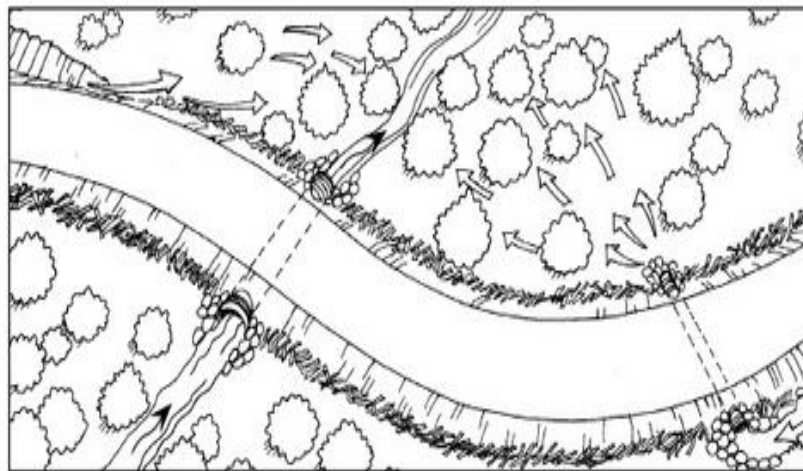
3.2.9.2. Alcantarillas

Los drenes transversales de alcantarilla se usan para desplazar el agua de las cunetas a través del camino. Constituyen el tipo más común de drenaje superficial de caminos y resultan los más adecuados.

El diseño de la alcantarilla consiste en determinar el diámetro más económico que permita pasar el caudal de diseño sin exceder la carga máxima de entrada, atendiendo también criterios de arrastre de sedimentos y de facilidad de mantenimiento.

Para el proyecto se han utilizado tuberías HDPE para las alcantarillas por ser resistente a la corrosión y a la mayoría de productos químicos que se usan en la industria, gran flexibilidad y resistencia al impacto, que permite adaptarse a topografías difíciles al absorber esfuerzos por oleaje, vibración o movimiento de terreno. Además son más amigables al medio ambiente que otro tipo de tuberías como las de TMC.

Figura N° 12: Drenaje superficial básico con cunetas de descarga y drenes transversales de alcantarilla



Fuente: Ingeniería de caminos rurales.

Localización

Las alcantarillas están compuestas por las estructuras de entrada y salida, la tubería de cruce propiamente dicha y las obras complementarias que conducen el agua hacia o desde la alcantarilla.

Se proyectan en los cruces de corrientes, para desaguar cajas colectoras de cunetas y en los terraplenes proyectados en planicies inundables para permitir el paso de las aguas, evitando que el terraplén actúe como dique.

Caudal de diseño

Es el caudal que debe transportar la estructura. Así cuando la alcantarilla se requiere en el cruce de una quebrada, el caudal de diseño corresponde a los caudales captados por las estructuras aferentes.

Criterios de diseño

Carga a la entrada y la velocidad en el conducto: el tirante de agua en la alcantarilla debe ser como máximo 0.75 veces el diámetro.

Arrastre de sedimentos: en zonas en las cuales el arrastre de sedimentos por parte de la corriente es muy alto, se debe controlar la velocidad del flujo.

Pendiente del conducto: la pendiente hidráulica de las alcantarillas debe ser como mínimo de 1% según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Figura N° 13: Protección a la entrada y salida de las alcantarillas



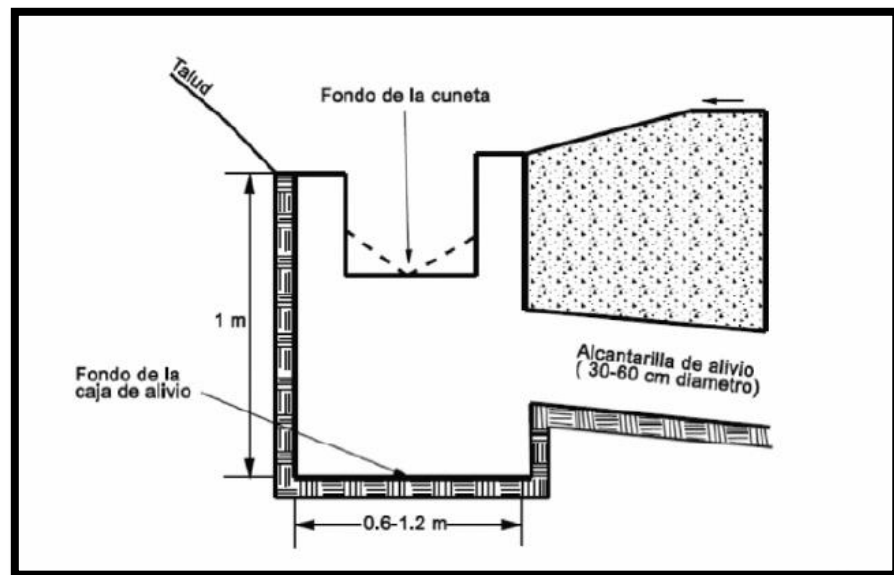
Fuente: Ingeniería de caminos rurales

Cajas colectoras

Las cajas colectoras son un tipo de estructura de entrada de las alcantarillas que captan las aguas provenientes de cunetas de corte, permitiendo su cruce bajo la vía, donde desaguan atendiendo los criterios de minimización de impactos y de socavación en la corriente receptora.

Para el dimensionamiento de una caja colectora es necesario considerar las dimensiones y profundidad de la tubería de la alcantarilla, y la facilidad de mantenimiento de la obra.

Figura N° 14: Dimensión típica de caja colectora



Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

3.2.9.3. Badenes

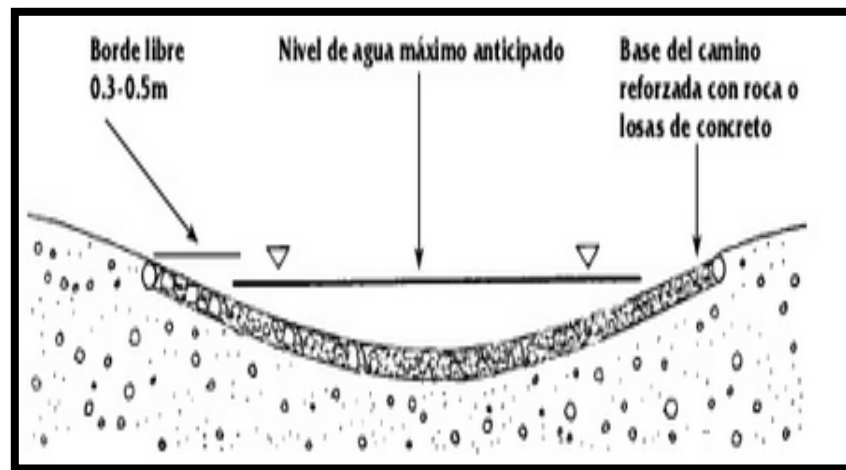
Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante períodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente.

Los materiales comúnmente usados en la construcción de badenes son la piedra y el concreto, pueden construirse badenes de piedra acomodada y concreto que forman parte de la superficie de rodadura de la carretera y también con paños de losas de concreto armado.

La ventaja de las estructuras tipo badén es que los trabajos de mantenimiento y limpieza se realizan con mayor eficacia, siendo el riesgo de obstrucción muy bajo.

Están diseñados para dejar pasar tránsito lento al mismo tiempo que dispersan el agua superficial. Son ideales para caminos rurales, para velocidades bajas.

Figura N° 15: Corte longitudinal de un badén



Fuente: Ingeniería de caminos rurales.

3.2.10. Muros de contención

Se denomina muro de contención a una estructura de contención rígida, destinada a contener algún material, generalmente tierras.

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.

Por ejemplo, en la construcción de vías férreas o de carreteras, el ancho de servidumbre de la vía es fijo y el corte o terraplén debe estar contenido dentro de este ancho.

En este proyecto se optó por colocar muros de contención en secciones a media ladera, donde la pendiente del terreno es muy fuerte y la pendiente del relleno o terraplén no llega a alcanzar la pendiente natural.

3.2.11. Evaluación de Impacto Ambiental

Las vías constituyen un aspecto importante fundamental en el desarrollo económico del país, es por ello que al contar con una

extensa red de carreteras se incrementa el flujo vehicular satisfaciendo varias necesidades (salud, educación, comercio, etc.) de las poblaciones localizadas en el área de influencia del proyecto.

El presente documento corresponde al análisis de las variables naturales, económicas, sociales y culturales existentes en el área de influencia de la Evaluación de Impacto Ambiental de la trocha carrozable que une San Juan, San Francisco y Tunal. Tiene la finalidad de estructurar las medidas de prevención y mitigación en el marco del Plan de Manejo ambiental respectivo, identificando previamente y analizando los posibles impactos o alteraciones potenciales a generarse como consecuencia de las actividades de mantenimiento que podrían tener incidencia sobre los diversos componentes ambientales del ecosistema de la zona, de acuerdo a la Resolución Ambiental emitida por el Ministerio del Medio Ambiente (MINAM).

Los proyectos de infraestructura vial cuentan con un ciclo de vida, donde la Evaluación de Impacto Ambiental resume los aspectos más importantes del proyecto de la trocha carrozable que une San Juan, San Francisco y Tunal, incluyendo la descripción del proyecto, la línea base socio-ambiental, la identificación y operación en los medios físicos, biológicos y socio-económico, así como las principales medidas propuestas con la finalidad de mitigar los impactos negativos y potenciar los positivos.

3.2.11.1. Antecedentes

La Evolución de Impacto Ambiental (EIA) abarca todo los aspectos principales, donde se caracteriza la línea base ambiental con la evaluación y análisis de las variables ambientales físicas, bióticas y socio económicas del área de influencia del proyecto, previa identificación, valorización y categorización de los potenciales impactos ambientales que se generaron como consecuencia de la ejecución de actividades. Con esta finalidad se diseñó un conjunto de medidas incluidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), para

prevenir y mitigar los potenciales impactos identificados en el estudio.

3.2.12. Estudio de Señalización

El estudio de señalización ha sido realizado con el propósito de contribuir al mejoramiento en el control de ordenamiento del tráfico en el tramo de carretera en estudio, en concordancia con lo señalado en el manual de control del tránsito automotor de calles y carreteras del MTC en vigencia.

En concordancia con la evaluación realizada, se ha visto por conveniente dotar al tramo de carretera en estudio con adecuados dispositivos de señalización para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular en la vía y consecuentemente evitar o minimizar los accidentes de tránsito.

3.2.12.1. Criterios básicos de diseño

La señalización tiene por objetivo controlar la operación de los vehículos que transmiten por la vía propiciando el ordenamiento del flujo del tránsito e información a los conductores lo relacionado con el camino que recorren. Para ello, debe cumplir con las siguientes condiciones:

Ser necesaria, destacar, ser de fácil interpretación, estar adecuadamente colocada, infundir respeto.

El presente proyecto ha sido efectuado en concordancia al Manual Dispositivo de Control de Tránsito Automotor para calles y Carreteras del MTC.

3.2.12.2. Señalización

Las señales que requiere el proyecto son:

Señales de reglamentación:

Para notificar al usuario de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

Señales de prevención:

Para advertir a los usuarios de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de esta. En líneas generales, indicamos a continuación las distancias recomendadas para la ubicación de las señales preventivas.

Zona urbana: 60 m –75 m

Zona rural: 90 m –110 m

Señales de información:

Para guiar al usuario a través de la carretera, proporcionándole la información que pueda necesitar.

Las señales informativas tienen la finalidad de guiar al conductor a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tiene por objeto identificar puntos notables como ciudades, ríos, lugares de destino y dar información útil al usuario de la carretera.

Las señales informativas que se utilizan en el proyecto serán las de localización y destino, las cuales proporcionan información al conductor de los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal y de dimensiones variables según el mensaje a transmitir. Se ubicarán al lado derecho de la carretera de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

3.2.13. Especificaciones Técnicas

Se conoce como especificaciones al conjunto de dimensiones y características técnicas que definen completamente a una instalación y a todos los elementos que la componen.

Las especificaciones deben cumplir con las normas respectivas y no deben dar lugar a confusiones o interpretaciones múltiples.

En la medida que una norma aplicada es de carácter general, las especificaciones pueden ser más exigentes, ya que se trata de un objetivo determinado que debe cumplirse en el conjunto del diseño. Comprende:

Definición de la partida

Denominación adecuada conforme a la descripción y Procedimiento Constructivo.

Descripción de la partida (descripción de los trabajos, alcance de la partida)

Las especificaciones técnicas deben cumplir obligatoriamente con el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Calidad de los materiales

Equipos

Deben informar las características generales de los equipos: modelo, potencia, capacidad, tipo de trabajo, rendimiento. El tipo de trabajo y el rendimiento pueden ser omitidos si son especificados en los costos unitarios.

Método de Construcción (Modo de ejecución, procedimiento constructivo, método de ejecución)

Se debe indicar el proceso que se va a realizar desde el inicio de la actividad, los pasos a seguir, hasta tener el trabajo terminado. El método constructivo depende del volumen de la partida a ejecutar, depende del tiempo que se dispone, del factor del clima, factor político. El método constructivo descrito es referencial; el ejecutor puede adoptar otro procedimiento de mayor calidad.

Sistema de control de calidad (Controles y aceptación de los trabajos)

Control técnico, que comprende el control de calidad de los materiales, ensayos de laboratorio, resistencias mínimas. Control de ejecución, comprende el control de tiempos, de condiciones iniciales y controles ambientales y de seguridad. Control de acabado, comprende tolerancia en las dimensiones y acabados.

Método de medición

Momento en el que se va a medir la partida, a la habilitación, a la colocación, al suministro, al término, etc. Forma de medir.

Condiciones de pago (Forma de pago, base de pago)

Los pagos incluyen la mano de obra, materiales, equipos, etc.; se pagarán por unidad de medida (m², m³, kg, pza, etc).

3.2.14. Metrados

Concepto de metrado

Podemos definirlo como el cómputo o medida del consumo de materiales o cantidad de trabajos a realizar. Las unidades utilizadas son el kg, m², m³, pie², unidad, pieza, u otra que defina adecuadamente dicho metrado. Así mismo lo podemos definir como el conjunto ordenado de datos obtenidos o logrados mediante lecturas acotadas,

preferentemente, y con excepción con lecturas a escala, es decir con escalímetro.

Características de los metrados

Debe ser claro, sencillo y entendible a otras personas, para permitir la verificación de los mismos.

Debe ser analítico, para lo cual se utiliza una metodología.

Deben aparecer las operaciones e indicaciones necesarias para realizar el cómputo de los mismos.

Metodología de los metrados

Verificar que los planos estén debidamente numerados y acotados y completos. Chequear si los planos y detalles de cortes estén correctos y también realizar la compatibilidad de las diferentes especialidades.

Estudiar previamente los planos y especificaciones técnicas.

Debe señalarse con suficiente precisión, los alcances del cómputo efectuado, indicando la zona de metrado y trabajos que se van a efectuar.

Mantener el orden porque nos indicará la secuencia en que se toman las medidas o lecturas de los planos, lo que facilitará el chequeo. Numerar las páginas y anotar las observaciones o referencias necesarias.

Debe realizarse considerando los procedimientos constructivos.

3.2.15. Costo del Proyecto

3.2.15.1. Presupuesto

Constituye el costo estimado de la obra a ejecutar, el cual está compuesto por el costo directo, gastos generales, utilidad e impuesto.

En obras corresponde al monto del presupuesto de obra incluido en el expediente técnico, excepto en las obras ejecutadas bajo las modalidades llave en mano y concurso oferta, el valor referencial en estas debe determinarse considerando el objeto de la obra y su alcance previsto en el PIP.

No debe tener una antigüedad mayor a 6 meses respecto a la fecha de la convocatoria.

Los componentes de la estructura del presupuesto base de una obra se agrupan en dos rubros, costo directo y el costo indirecto.

El presupuesto se ajusta al siguiente esquema:

$$PT = (CD + GG + UTILIDAD) * IGV$$

PT: Presupuesto Total

CD: Costo Directo

GG: Gastos Generales (5-15% del CD)

UTILIDAD: 5%CD

IGV: 18%

3.2.15.2.Costo Directo

Es la suma del costo de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos y herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución de la obra. Para ellos se debe conocer la cantidad de materiales que se va utilizar para cada partida, el costo de la mano de obra, el costo de los equipos y herramientas, el rendimiento de las cuadrillas para ciertas tareas.

3.2.15.2.1. Aporte unitario de materiales

Los insumos de materiales son expresados en unidades de comercialización, así tenemos: bolsa de cemento, metro cúbico de arena o de piedra zarandeada, pie cuadrado de madera, etc.

El aporte unitario de concreto se ha determinado a partir del diseño de mezclas, realizado en el estudio de canteras, dónde indica el aporte por metro cúbico de bolsas de cemento, piedra zarandeada, arena y agua para cada f'c requerido según partida.

En cuanto al aporte unitario para encofrados se ha tomado referencia del libro de CAPECO - Costos y Presupuestos, para tener un valor estimado de la cantidad de madera en pie cuadrado por metro cuadrado de encofrado se va utilizar, tomando como valores referenciales.

3.2.15.2.2. Costo de la mano de obra

La mano de obra es el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformación de las materias primas en productos terminados. Los sueldos, salarios y obligaciones prestacionales del personal de la fábrica que paga la empresa, así como todas las obligaciones a que den lugar, conforman el costo de la mano de obra. Este debe clasificarse de manera adecuada, así, los salarios que se pagan a las personas que participan directamente en la transformación de la materia prima en producto terminado se puede identificar o cuantificar plenamente en el producto terminado, se clasifican como costo de mano de obra directa (MOD) y pasan a integrar el segundo elemento del costo de producción; como por ejemplo a los funcionarios de la fábrica, supervisión, personal de almacén de materiales, personal de mantenimiento, y que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con la elaboración de partidas específicas de productos, se clasifican como costo de mano de obra indirecta (MOI) del costo de producción.

Mano de obra directa (MOD)

Valor remunerado por cualquier concepto a los operarios de la empresa, incluye el auxilio de transporte. La mano de obra

directa se carga en la hoja de costos como parte de la cuenta inventarios productivos en procesos IPP (MOD).

Mano de obra indirecta (MOI)

Valor remunerado por cualquier concepto a los trabajadores indirectos, que hacen parte del proceso productivo pero no transforman absolutamente nada; se carga en la hoja de costos como parte de los costos de fabricación.

3.2.15.2.3. Costo de equipos de construcción y herramientas

Teniendo en consideración la cantidad de maquinarias y equipos que se emplean en la construcción, se puede definir en términos generales el costo de operación de una maquinaria como la cantidad de dinero invertido en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de conservación. La determinación del costo de operación, puede referirse a términos de un año, un mes, un día o una hora, siendo lo usual el costo diario de operación y el costo horario de operación.

El costo comprende dos grande rubros:

Gasto fijo: capital invertido en la maquinaria.

Gasto variable: combustible y los jornales.

3.2.15.2.4. Flete terrestre

Denominaremos flete al costo adicional que por transporte hasta la obra se debe cargar al precio de los materiales que generalmente, se compran en la ciudad o en las fábricas.

En el caso del flete terrestre, como es evidente, depende de la carretera, en el que debe considerarse los siguientes parámetros:

Si es asfaltada, afirmada o trocha.

La ubicación geográfica: costa, sierra o selva.

La altura sobre el nivel del mar (altitud).

3.2.15.2.5. Análisis de precios unitarios

Para indicar los precios unitarios los costos que se integran son los costos directos y los costos indirectos, indicando rendimiento y cuadrillas para cada rubro; realizado en programación S10 de Costos y Presupuestos o el Software Sistemas RW7 Pro.

3.2.15.3. Costos Indirectos

3.2.15.3.1. Gastos generales

Los gastos generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra. Este ítem comprende, en forma enunciativa y no limitativa, los gastos de licitación y contratación, utilizados para la presentación a la licitación y todos los derivados del proceso de contratación y que en general son aplicados a la obra a contratarse propiamente dicha.

Los gastos indirectos varios: se refiere a los gastos de toda índole que en general pueden considerarse como relativos a la oficina principal o central

Los gastos generales relacionados con el tiempo de ejecución de obra. Este rubro comprende, también en forma enunciativa y no limitativa, los gastos administrativos en obra, en oficina y los gastos financieros (Adelantos, cartas fianza, póliza, etc.)

Al total del monto de gastos generales se calcula como porcentaje del Costo Directo.

3.2.15.3.2. Utilidad

Es un monto pervivido por el contratista, porcentaje del costo directo del presupuesto utilizado para reinvertir, pagar

impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

En nuestro medio es tradicional aplicar un porcentaje promedio de utilidad del 5% al 10% sobre el costo directo total de la obra.

3.2.15.3.3. Impuesto general a la venta (IGV)

En la actualidad, el Perú aplica la tasa de 18% sobre el valor de las ventas de bienes en el país y sobre la prestación de servicios de carácter no personal en el país.

Está compuesto de una tasa de 16% de impuesto general al consumo y una tasa de 2% de Impuesto de Promoción Municipal.

Sin embargo existe la Ley N° 27037, Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía, que exonera de IGV a todas las ventas y servicios realizados dentro del ámbito de la Amazonía; cabe resaltar que a esta área exonerada de IGV pertenece San Ignacio y Jaén, por lo tanto los materiales que serán adquiridos dentro, estarán libres de Impuestos.

3.2.15.4.Fórmula polinómica

Es la pauta o modelo a seguir para hacer un reajuste del presupuesto de un proyecto en el tiempo.

La fórmula polinómica es la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto y está constituida por una sumatoria de términos, denominados monomios, que consideran el porcentaje de incidencia y los principales elementos

Según el artículo 2 del DS N°011-79-VC, la fórmula polinómica adoptará la siguiente forma general básica:

$$K = a \frac{Jr}{Jo} + b \frac{Mr}{Mo} + c \frac{Er}{Eo} + d \frac{Vr}{Vo} + e \frac{GUr}{GUo}$$

En la cual:

K: es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, como resultados de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción. Será expresado con aproximación al milésimo.

A,b,c,d,e: son cifras decimales con aproximación al milésimo que representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos, mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad respectivamente.

Jo, Mo, Eo, Vo, Guo: son los índices de precios de los elementos, mano de obra, materiales, equipos de construcción. Varios, gastos generales y utilidad, respectivamente, a la fecha del presupuesto base, los cuales permanecen invariables durante la ejecución de la obra.

Jr, Mr, Er, Vr, GUr: Son los índices de precios de los mismos elementos, a la fecha del reajuste correspondiente.

Según el artículo 3, el número total de monomios que componen la fórmula polinómica no debe exceder de 8 y que el coeficiente de incidencia de cada monomio no debe ser inferior al 5%.

Según el artículo 4, cada obra podrá tener hasta un máximo de 4 formulas polinómicas.

Se recomienda tener al menos 5 o 6 monomios. Debe estar agrupado todo lo que es mano de obra, materiales, equipos, varios y gastos generales debidamente ordenados.

Para el sistema de reajuste por fórmula polinómica se consideran índices relativos que corresponden al valor referido al precio que tuvo un elemento a una determinada fecha. Estos índices

cuantifican la evolución del precio de uno o un conjunto de elementos.

3.2.15.5. Programación de obra

Existen diversos tipos de técnicas de programación, unas son muy sencillas en su elaboración y fáciles de interpretar, pero tienen ciertas limitaciones. Otras son bastantes útiles pero complejas en su elaboración. La técnica más comúnmente usada en la programación de una obra es el diagrama de barras.

Diagrama de barras

Es un método gráfico y muy fácil de entender. El concepto básico del diagrama de barras es la representación de una actividad en forma de una barra cuya longitud representa la duración estimada para dicha actividad. Esta misma barra puede usarse también para graficar el avance real de la actividad a través del tiempo.

De esta manera el diagrama de barras funciona como un modelo de planeación y de control al mismo tiempo. La longitud de la barra tiene por lo tanto dos diferentes significados, una es la duración estimada de la actividad, y por otro lado el progreso real de cada actividad.

Como en toda técnica de programación, los diagramas de barras son desarrollados descomponiendo el trabajo en diversos componentes. En la elaboración de un diagrama de barras se coloca en la columna uno el nombre de la actividad, en la siguiente columna se coloca la duración de cada actividad, normalmente en días, y a continuación se dibujan los diagramas de barras dentro de una escala de tiempo.

3.2.16. Evaluación de beneficios y rentabilidad

Esta sección tiene por objetivo estimar los indicadores de rentabilidad social de las alternativas planteadas en el proyecto.

La evaluación social nos permitirá elegir la conveniencia de realizar un proyecto de inversión, teniendo en cuenta diversos criterios que en general todos coinciden en comparar de alguna forma los flujos de los beneficios y costos de la situación con proyecto con los correspondientes a la situación sin proyecto.

3.2.16.1. Conceptos generales

Precios sociales

Las inversiones en el sector público, específicamente aquellas relativas a la infraestructura vial, son evaluadas desde el punto de vista social con el fin de determinar el impacto que el proyecto produce sobre la economía como un todo. Para que ello sea posible, se requiere que los bienes servicios y recursos productivos se valoren a precios sociales, es decir, al costo que tienen para la sociedad como un todo y no al costo que percibe cada ente particular (precio privado).

Así, cuando los precios privados (precios de mercado) no representan el valor de los factores desde el punto de vista de la sociedad, es fundamental contar con los precios sociales.

Su existencia se justifica debido a las distorsiones que presenta el mercado (impuestos, subsidios, aranceles, monopolios), los desequilibrios del mercado (desempleo, escasez de divisas, mal uso de recursos naturales) y la presencia de bienes no comerciales (vida humana, áreas de uso público, etc.).

Por lo tanto será necesario utilizar precios sociales para la determinación de los costos de operación de vehículos, los costos de tiempo asociados a los usuarios, los de inversión y los de mantenimiento de la infraestructura para efectos de evaluación social del proyecto.

Tasa social de descuento

La tasa social de descuento es utilizada en la actualización de flujos económicos del proyecto y refleja el costo social del capital invertido por el Gobierno. Para fines de aplicación se debe utilizar una tasa del 8% que es la que representa en la actualidad el costo de oportunidad de los fondos de inversión pública.

Valor residual

El valor residual corresponde al costo de oportunidad o mejor uso alternativo del remanente de las obras atingentes al proyecto al final de su vida útil económica o al término del horizonte de evaluación. Ello significa que debe computarse como un beneficio el valor residual de estas obras al final del horizonte de evaluación.

Para el presente proyecto se ha utilizado un valor residual del 10% de la inversión, por tener como alternativa vías afirmadas.

3.2.16.2.Determinación de beneficios por excedentes de productor

Este paso consiste en la identificación y cuantificación de los beneficios sociales generados por la intervención sobre una carretera. Para las carreteras nuevas y que van a tener tráfico generado por esta creación, estos beneficios se cuantifican con los excedentes de productor.

Este enfoque corresponde a la medición de los beneficios en el mercado de producción y consumo, considerando que la demanda de transporte es derivada del sistema económico. Este enfoque se aplica a aquellos proyectos donde la medición de los beneficios en el sistema de transporte resulta difícil, como es el caso de proyectos de creación de caminos. La estimación de beneficios por este enfoque, está circunscrita al excedente del productor en el área de influencia del proyecto, el cual está dado por los ingresos netos que generará la actividad económica que se desarrollará con motivo de la implementación del proyecto. Su aplicación corresponde a

carreteras de muy bajo tráfico y se considera necesario abordar la estimación de beneficios bajo este enfoque, debiendo tener cuidado de no contabilizar doblemente los beneficios.

En el caso de proyectos de vialidad interurbana, este beneficio está asociado a los incrementos en los niveles de producción generados por la realización del proyecto en el área de influencia del proyecto. Los beneficios por excedente del productor de esta manera corresponderán al valor agregado de la producción del área de influencia del proyecto, que se obtiene como consecuencia de crear o mejorar la carretera.

El excedente del productor sólo se utilizará en aquellos proyectos donde la estimación de beneficios por ahorro de recursos en el sistema de transporte sea insuficiente para calcular debidamente dichos beneficios, tal es el caso de caminos de penetración o proyectos de caminos rurales productivos.

En términos prácticos este beneficio será calculado en base al incremento en el valor agregado en la producción debido a la ejecución del proyecto.

$$B_{exp} = (VBP_i - CP_i)_{cp} - (VBP_i - CP_i)_{sp}$$

Donde:

Bexp = Beneficio por excedente del productor

VBP = Valor bruto de producción de cada producto

CPi = Costo de producción de cada producto

cp = Situación con proyecto

sp = Situación sin proyecto

El aumento neto del valor de producción debido al proyecto debe ser expresado en una serie anual. Para ello es necesario que el analista considere el aumento bruto de la producción por sectores, considerando los principales productos del área de influencia y

cuidando de que dicho aumento de producción sea debido al camino y que sin él no se pudiese llevar a cabo.

La metodología al respecto para la estimación de dicho beneficio comprende definir en primer lugar los tipos de productos, beneficios en el aumento de producción por el camino, proyectar cantidades de producción, estimar rendimientos, precios, costos de producción, consumo con y sin el proyecto, etc. durante toda la vida útil del mismo.

Procedimiento

Seleccionar actividades económicas y los productos que se beneficiarán con la creación de la carretera aumentando los niveles de producción:

Actividades económicas:

Actividad Agrícola, Pecuaria, Forestal

Actividad Artesanal

Actividad Microempresarial

Actividad Turística

Otro tipo de actividad

Recolectar información de los productos o actividades económicas seleccionados en el paso anterior y que representen la producción local en la situación con proyecto:

Volumen de producción anual del producto sin proyecto.

Costos de producción sin proyecto.

Precio promedio de venta sin proyecto.

Valor de venta anual del producto sin proyecto.

Estimar las condiciones de producción en la situación con proyecto.

El aumento en el nivel de producción puede ser debido a un aumento en el área a explotarse anualmente y a un aumento en el rendimiento en la actividad productiva:

Volumen de producción anual del producto con proyecto.

Costos de producción con proyecto.

Precio promedio de venta con proyecto.

Valor de venta anual del producto con proyecto.

Calcular la diferencia de los ingresos netos de la situación con proyecto y los ingresos netos en la situación sin proyecto. Dicha diferencia será los beneficios por excedente del productor.

Excedente exportable= Volumen de producción - Volumen de consumo

3.2.16.3. Costos sociales del proyecto

Los principales costos del proyecto valorados a precios sociales que se identifican para fines de evaluación son los siguientes:

Costos de inversión a precios sociales

Está conformado por los costos de estudios para la ejecución del proyecto, los costos de obras civiles, los costos de supervisión, los costos por expropiaciones y compensaciones, costos de medidas de reducción de riesgos (si las hubieran) y los costos del programa de impacto ambiental.

Costos de operación y mantenimiento

Incluye tanto los costos de operación y los de mantenimiento rutinario como el periódico valorado a precios sociales.

Dentro de los costos de operación y mantenimiento hay que precisar los correspondientes a las medidas de reducción de riesgos, si las hubiese.

Costos por interferencias de viaje

Costos ocasionados por las interferencias que provoca al tránsito la ejecución de las obras de creación del proyecto. Este costo se da, por ejemplo, si en el momento de ejecutar la obra el usuario de la vía

tiene que esperar en cola cuando se implanta un sistema de circulación restringida, o bien cuando es obligado a circular por caminos alternativos, produciéndose un aumento de costos.

Cabe señalar que en la mayoría de los casos, los costos adicionales incurridos por los usuarios durante la ejecución de las obras, serán poco significativas y podrán ser despreciados.

3.2.16.4.Determinación de los costos a precios sociales

Para fines de evaluación se requiere que los bienes, servicios y recursos productivos se valoren a precios sociales, es decir, al costo que tienen para la sociedad como un todo y no al costo que percibe cada ente particular (costo privado o de mercado).

Los factores que hacen diferir el precio social del precio privado se conocen como distorsiones de mercado. Los precios sociales no deben incluir impuestos ni aranceles, ya que estos corresponden solo a transferencias.

Para fines prácticos los precios de mercado son corregidos a precios sociales, de acuerdo a factores de corrección, tal como se indica a continuación:

Factores de conversión

A partir de diversos análisis de precios realizados para obras de carreteras, se recomienda la utilización de un factor igual a 0,79 para transformar el monto total de las obras de inversión de precios privados a precios sociales. En el caso de obras de mantenimiento se recomienda un factor igual a 0.75.

3.2.16.5.Estimación de los indicadores de rentabilidad social

Para decidir la conveniencia de realizar un proyecto de inversión se puede adoptar diversos criterios. En general, todos consisten en comparar de alguna forma los flujos de beneficios y costos de la situación con proyecto, con los correspondientes a la situación base.

El enfoque para la evaluación social de carreteras será la de costo/beneficio, ya que los beneficios y costos de dichos proyectos pueden ser cuantificables. Los criterios de rentabilidad social a emplearse serán el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno).

3.2.16.6. Parámetros de evaluación

Los indicadores básicos corresponden al Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Valor Actualizado Neto (VAN)

El VAN social corresponderá a la diferencia entre los beneficios actualizados y los costos actualizados del proyecto.

$$\text{VAN} = \sum_{i=0}^n (\text{Bia} - \text{Cia})$$

$$\text{Bia} = \text{Bi} / (1+r)^i$$

$$\text{Cia} = \text{Ci} / (1+r)^i$$

Donde:

VAN = Valor actual neto

Bia = Beneficio del proyecto percibido el año i, actualizado al año cero

Cia = Costo del proyecto incurrido el año i, actualizado al año cero

Bi = Beneficio del proyecto percibido el año i

Ci = Costo del proyecto incurrido el año i

n = Período de análisis, en años

r = Tasa social de descuento

Utilizando el criterio del VAN, un proyecto es rentable si el valor actual del flujo de ingresos es mayor a el valor actual del flujo de costos, cuando estos se actualizan con la misma tasa de descuento.

Es decir, que un Proyecto de Inversión Pública (PIP) será socialmente rentable si el VAN, descontado a la tasa social resulta positivo ($VAN > 0$).

Debe tenerse en cuenta que, para todas las alternativas de proyecto por comparar, el valor actual neto cabe calcularlo para un mismo momento; es decir, para un mismo año. Esto es muy importante porque si se calculan los valores actuales netos de varias alternativas de proyectos para distintos momentos, esos valores no podrán ser comparados, pues no serán homogéneos. Por lo tanto, a pesar de que los proyectos por comparar tengan distintos períodos de creación o que comiencen en años diferentes, siempre se deberá actualizar el flujo de ingresos netos de esos proyectos referido a un año común.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Corresponde a aquel valor de la tasa de actualización social que hace cero el VAN. Analíticamente:

$$\sum_{i=0}^n (B_i - C_i) / (1 + TIR)^i = 0$$

El criterio de decisión indica que si la TIR del proyecto es mayor que la tasa social de actualización, el proyecto es socialmente rentable. En caso contrario, no es socialmente rentable. En consecuencia, un proyecto público rentable debe necesariamente arrojar una TIR mayor que la tasa social de descuento.

La TIR es útil para proyectos que se comportan normalmente, es decir, los que primero tienen costos y, después, generan beneficios. Si el signo de los flujos del proyecto cambia más de una vez, existe la posibilidad de obtener más de una TIR. Al tener soluciones múltiples, todas positivas, cualquiera de ellas puede inducir a adoptar una decisión errónea. Esto es así, por cuanto en el cálculo de la TIR se

supone implícitamente que los flujos netos que se obtienen en cada período se reinvierten a esa misma tasa.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio de Tráfico

4.1.1. Resultados de los conteos volumétricos del estudio de tráfico – Periodos de aforo de tráfico

Atendiendo los requerimientos se llevó a cabo una campaña de levantamiento de datos en el cruce Bellavista. El periodo levantado corresponde a las fechas del viernes 3 de febrero hasta el jueves 9 de febrero.

4.1.2. Tabulación de la información

La información del conteo de tráfico obtenida en campo fue procesada en formatos Excel y en Formatos de Clasificación Vehicular, donde se registran todos los vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo.

Figura N° 16: Conteo volumétrico del estudio de tráfico



Fuente: Propia

4.1.3. Análisis de la información y obtención de resultados

La información obtenida del conteo permitió conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria.

4.1.4. Conteo de tráfico vehicular

Luego de consolidar y procesar la información obtenida del conteo en la estación seleccionada, se analizó los resultados de los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo y sentido, y la suma de ambos sentidos.

Cuadro N° 4: Estudio de clasificación vehicular durante 7 días

	VIERNES		SABADO		DOMINGO		LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES	
TIPO DE VEHÍCULO	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
AUTO	1	2	0	0	0	0	2	1	1	1	1	2	1	1
STATION WAGON	3	4	2	3	2	2	3	4	4	3	3	4	4	3
PICK - UP	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB-TOTAL	10	12	7	8	7	7	12	12	11	10	11	13	11	10
TOTAL	22		15		14		24		21		24		21	

Fuente: Datos de campo, viernes 3 de febrero - jueves 9 de febrero del 2017

Cuadro N° 5: Resumen del conteo de tránsito

Tipo de Vehículo	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
AUTO	3	0	0	3	2	3	2
STATION WAGON	7	5	4	7	7	7	7
PICK - UP	12	10	10	12	12	12	12
MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0
COMBI	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	2	0	2	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	22	15	14	24	21	24	21

Fuente: Propia

4.1.5. Factor de correlación estacional

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales o quincenales, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc. De este modo, es necesario utilizar un factor de corrección para afectar los valores obtenidos durante un

período de tiempo. El factor de corrección permite ajustar los valores obtenidos con el Índice Medio Diario Anual.

El factor de corrección es el de la estación de peaje más cercano para el proyecto se ha considerado la Estación P055 – Pucara.

Cuadro N° 6: Factores de corrección estacional promedio

PEAJE PUCARÁ	
Mes de Febrero	
F.C.E. Vehículos ligeros:	0.969
F.C.E. Vehículos pesados:	1.058

Fuente: MTC

4.1.6. Cálculo del índice medio anual (IMDA)

Con los datos anteriores y utilizando los factores de corrección estacional para cada tipo de vehículo se calcula el tránsito promedio diaria anual.

Como resultado tenemos el cálculo del IMDA y trafico actual por tipo de vehículo (demanda actual).

Cuadro N° 7: Determinación del tránsito actual aplicando factores de corrección

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves				
AUTO	3	0	0	3	2	3	2	13	2	0.969	2
STATION WAGON	7	5	4	7	7	7	7	44	6	0.969	6
PICK - UP	12	10	10	12	12	12	12	80	11	0.969	11
MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.969	0
COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.969	0
Camión 2E	0	0	0	2	0	2	0	4	1	1.058	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.058	0
TOTAL	22	15	14	24	21	24	21	141	20		20

Fuente: Propia

Cuadro N° 8: Tráfico actual por tipo de vehículo (demanda actual)

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
AUTO	2	9.09
STATION WAGON	7	31.82
PICK - UP	12	54.55
MINIBAN	0	0.00
COMBI	0	0.00
Camión 2E	1	4.55
Camión 3E	0	0.00
IMD	22	100.00

Fuente: Propia

4.1.7. Horizonte del proyecto

El periodo de diseño previsto para esta carretera es de 10 años, ya que se trata de una trocha carrozable de bajo volumen de tránsito, es decir la inversión inicial que se realiza y el contar con un mantenimiento adecuado, permite que durante 10 años, la carretera se encuentre transitable.

4.1.8. Proyección del tráfico normal

Para hacer la proyección de la demanda y contando con la tasa de crecimiento del PBI departamental del 6%, que se ha tomado como la tasa de crecimiento para vehículos de transporte de carga y contando con la tasa de crecimiento poblacional de 2% para vehículos de transporte de pasajeros.

Cuadro N° 9: Tasa de crecimiento del distrito y departamento

r_{vp} =	1.51	Tasa de Crecimiento Anual de San Ignacio	(para vehículos de pasajeros)
r_{vc} =	3.70	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Cajamarca	(para vehículos de carga)

Fuente: INEI

Para las proyecciones del tráfico se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

4.1.9. Proyección del tráfico generado

El tráfico generado corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejora de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura. En este caso, de acuerdo a la experiencia de otros proyectos de rehabilitación y/o mejoramiento, se considera que el tráfico generado sería consecuencia de un mayor intercambio comercial, menor tiempo de viaje y distancia de recorrido entre principales poblaciones del área de influencia directa e indirecta. Para el cálculo del tráfico generado, se consideran los siguientes criterios:

Se ha considerado un incremento en el tráfico del 80%, para todo tipo de vehículo sólo para el primer año luego de realizada la inversión, (el siguiente año de construido el proyecto). A partir del segundo año después de realizada la inversión el crecimiento anual viene a ser igual que para el caso de la alternativa sin proyecto, se ha considerado que la construcción de una carretera que antes no existía en el área tiene efectos creadores de tráfico.

Con el mejoramiento del tramo de la carretera en estudio, la frecuencia del flujo de vehículos se incrementará por las mejores condiciones de servicialidad de la vía, como consecuencia del mayor intercambio comercial y la mayor dinámica de la actividad económica en el área de influencia.

Los resultados de la proyección del tráfico generado por períodos y por tipo de vehículo se muestran a continuación:

Cuadro N° 10: Proyección de tráfico (situación sin proyecto)

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23
AUTO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
STATION WAGON	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
PICK - UP	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13
MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Propia

Cuadro N° 11: Proyección de tráfico (con proyecto)

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23
AUTO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
STATION WAGON	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
PICK - UP	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13
MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tráfico Generado	0	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19
AUTO	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
STATION WAGON	0	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
PICK - UP	0	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10
MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMDA TOTAL	20	37	37	37	39	39	39	41	41	41	42

Fuente: Propia

El IMDA para el proyecto es de 20 veh/día

El IMDA proyectado para 10 años de 23 veh/día

El IMDA proyectado generado para 10 años de 42 veh/día

Según la clasificación dada por el DG-2018 nuestro proyecto estaría ubicado:

Según su Función: sistema vecinal.

De acuerdo a la demanda: Trochas Carrozables; con un IMDa < 200 veh/día; en nuestro caso tenemos un IMDa = 42 veh/día.

4.2. Estudio de Rutas

Para el trazado se ha utilizado una pendiente de máxima del 10%, en curvas de nivel con intervalos cada 5 metros. El resultado de las rutas trazadas son las rutas de color rojo como alternativa N° 01 y la de color verde como alternativa N° 02; el trazo se ha realizado teniendo en cuenta los puntos identificados anteriormente como son puntos intermedios, zonas agrícolas, etc. (Ver Plano ESR-01)

4.2.1. Alternativas de solución

El inicio del proyecto empieza desde el caserío San Juan, pasando por 2 sectores intermedios, sigue con el caserío San Francisco y finaliza en el caserío Tunal. El primer tramo San Juan – San Francisco, es de mucha vegetación y terrenos de cultivos, además de presentar fuertes pendientes para pasar de un sector a otro, por lo que la trocha va a tener muchas curvas.

Figura N° 17: Zona con fuertes pendientes



Fuente: Propia

En cambio, en el segundo tramo San Francisco – Tunal pasa una quebrada, por lo que cerca a este el terreno es mucho más llano.

Figura N° 18: Terreno llano y ondulado cerca a la quebrada



Fuente: Propia

Tanto la alternativa N°01 como la N°2, han sido trazadas en campo, mediante las visitas realizadas a la zona de estudio con ayuda y guía de los pobladores; cuando se realizó el levantamiento topográfico se tuvo en cuenta evitar afectar a las parcelas de cultivos y a las viviendas aledañas, ya que esto ocasionaría un conflicto social, a su vez encarecería el monto de inversión para su ejecución, además de que generaría la degradación ambiental en dicha zona de estudio. También se observó que por el hecho de la morfología y geología de la zona se evitó extenderse demasiado en algunos tramos ya que presenta un relieve escarpado a un lado y abismo al otro; es decir el ascenso y descenso se da de una manera brusca en tramos cortos, así mismo se evitó realizar el trazado por puntos críticos, es decir por puntos en los cuales estén propensos a deslizamientos o taludes inestables. De igual forma no se ha dejado de lado la parte técnica ya que se ha cumplido con los requisitos mínimos del diseño geométrico de una carretera, parámetros estipulados en el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico (2018) emitida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

4.2.2. Criterios de selección de las diferentes alternativas

Los criterios de evaluación que se han tenido en cuenta han sido: el factor social, el factor económico, el factor ambiental, el factor técnico.

De esta manera se ha elaborado de una forma sencilla y practica una metodología de evaluación para la selección de la alternativa, la cual satisfaga de una manera equitativa con los parámetros antes mencionados y con los objetivos planteados y definidos del proyecto. Y a su vez hemos analizado el beneficio costo de cada alternativa.

A continuación se describirá cada uno de aspectos considerados en relación a los criterios de evaluación propuestos.

4.2.2.1. Topografía del lugar

La carretera debe diseñarse y operar en alineamientos que proporcionen aquellas pendientes topográficas que posibiliten alcanzar la velocidad de diseño requerida, sin tener que realizar demasiados movimientos en los volúmenes de tierra. Por eso se optará por la que cumpla con todo los requerimientos mínimos en pendientes, radios mínimos, longitud en tramos tangentes mínimos, máximos.

4.2.2.2. Longitud de carretera

Se refiere a la longitud total de cada alternativa y esta medida en Kilómetros (km), el cual constituye un aspecto muy importante, ya que este está relacionado directamente en el incremento de costos de construcción del mismo.

La ruta N° 01 cuenta con un total de 7+250 km, mientras que la ruta N° 02 cuenta con un total de 8+680 km.

4.2.2.3. Población beneficiada

Se refiere a la población que se ve beneficiada tanto directamente como indirectamente con la carretera.

4.2.2.4. Derechos de vía

Una vez realizado el análisis técnico en campo y gabinete se deberá proceder con la concientización y gestión de factibilidad de compra

de terrenos de propiedad, debido a que existió la previa conversación en una asamblea pública con los pobladores de los centros poblados beneficiados directamente. Este aspecto también hace énfasis en el encarecimiento del proyecto. Así mismo se verá que zonas son cultivos, bosques o pastos para determinar el costo de expropiaciones.

4.2.2.5. Cantidad de obras de arte

El número de obras de arte que pueda ser necesario para recorrer cada una de las posibles rutas son un elemento muy importante a la hora de realizar la evaluación; ya que a mayor número de obras de arte incrementa el costo del proyecto de la carretera. Así mismo el hecho de tener que realizar más cantidad de estos trabajos generan un impacto negativo debido a su degradación de los factores ambientales, por ello se deberá de tener en cuenta un plan para mitigar dichos efectos.

4.2.2.6. Impactos negativos

Se refiere a todos los trabajos ocasionados por la elección de cada una de las alternativas independientemente, es decir por la degradación de cada factor ambiental asociado en la construcción, operación y mantenimiento de la misma. En las distintas alternativas se verán afectadas cada uno de los factores ambientales tales como en la tala de árboles, en el movimiento de tierras, en la contaminación del aire y agua en tiempos de ejecución, entre otros.

4.2.2.7. Estudio de mecánica de suelos

Los trabajos de mecánica de suelos se desarrollan con la finalidad de investigar las características del suelo que nos permitan establecer los criterios de diseño de la vía.

4.2.3. Metodología de la selección de rutas

Como se mencionó anteriormente para elegir la alternativa óptima, no solo se tendrá en cuenta los criterios técnicos, sino también se tendrá que evaluar los aspectos socioeconómicos y ambientales. En el siguiente cuadro se detallara los parámetros para la elección de rutas realizando un costo beneficio: longitud total del trazo, expropiaciones de terreno agrícolas, expropiación de viviendas, relieve, población beneficiada, obras de arte.

Cuadro N° 12: Criterio de evaluación de las rutas

CARACTERÍSTICAS		RUTA 1	RUTA 2
Longitud (m)		7250	8680
Población beneficiada (hab)		1085	975
Orografía		Ondulada - Accidentada	Ondulada - Accidentada
N° obras de arte		14	20
Impacto ambiental		Moderado	Moderado
Derechos de vía (ha)	Cultivos (ha)	9.34	11.66
	Pastos (ha)	5.16	5.7
Expropiaciones (S/.)		238400	290200

Fuente: Propia

De acuerdo al estudio realizado, por los múltiples beneficios que ofrece la alternativa N°01 es la ruta que se utilizará para hacer el levantamiento topográfico final.

4.2.4. Levantamiento topográfico

En resumen con esta metodología de selección se deduce que la alternativa N°01, proporciona las mejores condiciones con respecto a los aspectos que se emplearon como criterio de selección, ya que es esta alternativa la que permitirá a los pobladores obtener mayor beneficio, y a su vez es la que mejor se acopla a los objetivos planteados en el proyecto.

4.3. Estudios Topográficos

4.3.1. Levantamiento topográfico

En la realización del estudio se obtuvieron datos topográficos de Estaciones de Control, los cuales se necesitaron 95 estaciones punto de cambio para el levantamiento de los puntos topográficos, para las cuales se usaron estacas de maderas. (Ver Anexo N°1 y Anexo N°2)

4.3.2. Trabajo de gabinete

4.3.2.1. Exportación de datos topográficos

Los trabajos en gabinete consistieron en la exportación de la data mediante el Software AutoCAD Civil 3D, en donde se procedió a importar la base de datos, para luego crear una superficie por medio de los puntos topográficos, así mismo se realizó el alineamiento horizontal de las rutas planteadas para luego obtener sus características geométricas en la elaboración del perfil longitudinal. (Ver Planos Planta y perfil)

4.3.2.2. Procesamiento de los datos topográficos

Esta etapa se procesa tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos son:

Curvas menores o secundarias: 2 metros

Curvas mayores o primarias: 10 metros

4.4. Estudio de suelos

Para el estudio de suelos se han hecho calicatas aproximadamente cada 1 kilómetro, los cuales la ubicación se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 13: Ubicación de calicatas

N°	KM	COORDENADAS	
		NORTE	ESTE
C1	0+062	714609.23	9425620.05
C2	1+145	714556.73	9425088.13
C3	2+310	714968.77	9424860.60
C4	3+117	714720.03	9424524.57
C5	4+208	714133.52	9424294.72
C6	5+105	714387.25	9423855.15
C7	6+248	714595.47	9422993.69
C8	7+066	715190.02	9422602.97
C9	8+037	715469.80	9421741.27
C10	8+238	715550.46	9421556.69
C11	0+125	715086.80	9424608.34

4.4.1. Resultado de los ensayos de laboratorio

Los resultados de los ensayos realizados por estrato de calicata se adjuntan en el Anexo N° 3 del presente informe. A continuación se muestra la ubicación y el resumen de los resultados:

Cuadro N° 14: Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas

N°	M	PROF. (m)	GRANULOMETRIA (% ACUMULADO PASA)						LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASH TO	IG	DENOMINACION	H (%)	SALES
			4	10	20	50	100	200									
C1	M1	1.50	100.00	99.20	93.70	66.10	51.40	44.20	38.80	24.70	14.10	SC	A-6	3	Arena arcillosa	31.36	0.67
C2	M1	2.00	100.00	99.50	96.62	72.46	58.77	53.09	42.10	35.40	6.70	ML	A-5	4	Limo arenoso de baja plasticidad	40.61	0.40
C3	M1	2.90	100.00	99.94	99.88	99.67	99.07	98.23	22.40	12.50	9.90	CL	A-4	9	Arcilla de baja plasticidad	61.35	0.60
C4	M1	1.50	100.00	98.12	97.19	91.28	80.43	74.17	45.40	33.90	11.50	ML	A-7-5	10	Limo de baja plasticidad con arena	42.09	0.45
C5	M1	1.50	100.00	87.70	85.12	71.53	63.24	59.38	44.20	28.90	15.30	ML	A-7-6	8	Limo arenoso de baja plasticidad	48.17	0.80
C6	M1	2.00	100.00	96.51	86.90	56.05	47.14	38.69	35.10	33.50	1.60	SM	A-4	1	Arena limosa	26.37	0.60
C7	M1	2.00	100.00	83.55	68.32	36.62	25.82	21.55	60.30	42.90	17.40	SM	A-2-7	1	Arena limosa	42.39	0.50
C8	M1	1.50	100.00	87.58	84.00	79.34	76.54	73.55	41.80	31.00	10.80	ML	A-5	8	Limo de baja plasticidad con arena	34.26	0.55
C9	M1	1.80	100.00	36.06	28.03	20.77	17.87	15.35	53.90	47.60	6.30	SM	A-1-a	0	Arena limosa	7.58	0.75
C10	M1	1.50	100.00	94.05	81.35	58.71	49.83	45.30	53.70	39.40	14.30	SM	A-7-5	4	Arena limosa	43.01	0.95
C11	M1	1.50	100.00	90.72	73.64	47.89	38.79	34.31	31.30	18.50	12.80	SC	A-2-6	1	Arena arcillosa	20.70	0.50

Fuente: Propia

Cuadro N° 15: Resumen de resultados de ensayos Proctor y CBR

N°	KM	MDS (g/cm ³)	O.C.H. (%)	CBR 95% MDS
C1	0+062	1.333	34.30	7.40
C4	3+117	1.604	21.00	6.00
C7	6+248	1.936	12.10	6.40
C10	8+238	1.972	15.50	6.30

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados del CBR, la subrasante del proyecto se puede clasificar como regular, ya que el CBR es mayor a 6% y menor a 10%, como indica el siguiente cuadro:

Cuadro N° 16: Categorías de sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos

Además, conforme los resultados del análisis de cloruros y sulfatos en una muestra, el suelo tiene poca presencia de cloruros, sulfatos y sales. Por lo tanto no va a tener problemas de ataques químicos al concreto, corrosión de acero o pérdida de resistencia mecánica, tal como lo indica el siguiente cuadro:

Cuadro N° 17: Valores máximos permisibles

PRESENCIA DE SUELOS	P.P.M	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la Cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20.000	Severo	
	>20.000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
** SALES SOLUBLES	> 15000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación
TOTALES			

* Comité 318-08 ACI

** Experiencia Existente

4.5. Estudio de canteras, fuentes de agua y botaderos

4.5.1. Estudio de canteras

Se detallan los resultados de los ensayos realizados a las muestras de las canteras, las cuales nos permitirán verificar si la calidad de material de cantera es bueno.

4.5.1.1. Resultados de ensayos de Cantera Río Chinchipe

Se han realizado ensayos a las muestras obtenidas, los cuales se muestran a continuación:

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

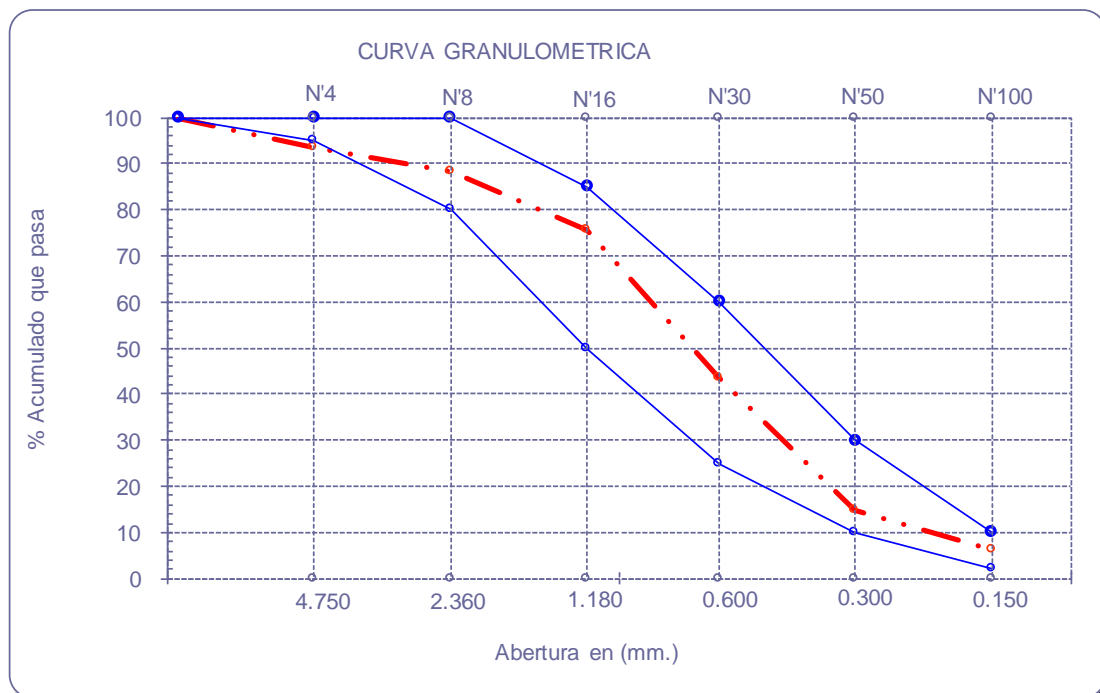
Solicitante : Alfredo Roncal Espinoza
 Atención : Laboratorio Usat
 Obra : Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal
 Lugar : Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Río Chinchipe P. Inicial H 500.0
 P. Inicial S 216.9 % = 130.53

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	13.76	6.3	6.3	93.7	95	100
Nº 08	2.360	11.21	5.2	11.5	88.5	80	100
Nº 16	1.180	27.69	12.8	24.3	75.7	50	85
Nº 30	0.600	69.98	32.3	56.5	43.5	25	60
Nº 50	0.300	62.33	28.7	85.3	14.7	10	30
Nº 100	0.150	18.65	8.6	93.9	6.1	2	10
Fondo		13.27	6.1	100.0	0.0		
Módulo de Fineza		203.62		2.778			
Abertura de malla de referencia				4.750			



USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Solicitante : Alfredo Roncal Espinoza
 Atención : Laboratorio Usat
 Obra : Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal
 Lugar : Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca

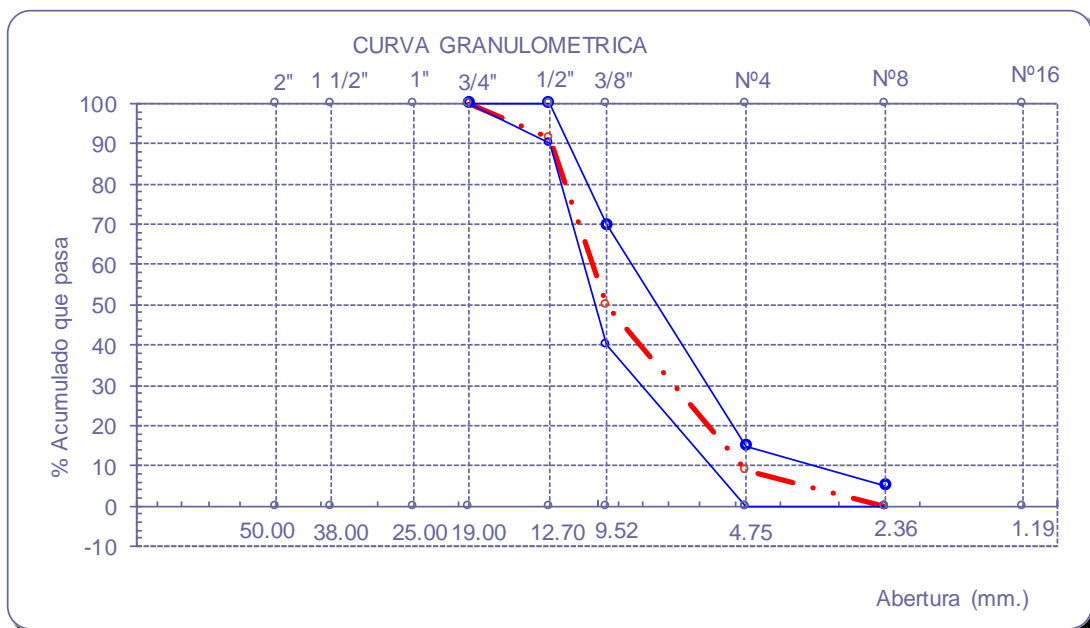
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Río Chinchipe P. Inicial H 5011.527

P. Inicial S 4957 % = 1.09

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones ASTM 67	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
1/2"	12.70	425.2	8.6	8.6	91.4	-	-
3/8"	9.52	2055.3	41.5	50.0	50.0	20.0	55.0
Nº 04	4.75	2044.2	41.2	91.3	8.7	0.0	10.0
Nº 08	2.36	432.7	8.7	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	-	-
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			3/4"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			1/2"	25.00			



USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Solicitante : Alfredo Roncal Espinoza
Atención : Laboratorio Usat
Obra : Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal
Lugar : Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Río Chinchipe

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	13425	13405
2.- Peso del recipiente (gr.)	9948	9948
3.- Peso del material	3477	3457
4.- Constante ó Volumen (m^3)	0.00213	0.00213
5.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m^3)	1625	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) (kg/m^3)	1583	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	15270	15220
2.- Peso del recipiente (gr.)	10180	10180
3.- Peso del material	5090	5040
4.- Constante ó Volumen (m^3)	0.00297	0.00297
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio) (kg/m^3)	1704	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) (kg/m^3)	1661	

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Solicitante : Alfredo Roncal Espinoza
Atención : Laboratorio Usat
Obra : Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal
Lugar : Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Río Chinchipe

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13030	13020
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9948.0	9948.0
3.- Peso del material		3082	3072
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00213	0.00213
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1442	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1422	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	14795	14790
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10180.0	10180.0
3.- Peso del material		4615.0	4610.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00297	0.00297
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1552	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1531	

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Solicitante : Alfredo Roncal Espinoza
Atención : Laboratorio Usat
Obra : Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal
Lugar : Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Río Chinchipe

I. - Datos.

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	980.9	980.9
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	669.0	669.0
4.- Peso del Agua	(g)	311.9	311.9
5.- Peso del Frasco	(g)	169	169
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	665	665
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II. - Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	:m3)	2.637
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	:m3)	2.658
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	:m3)	2.694
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.81

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Río Chinchipe

I. - Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1464	1464
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1477	1477
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1820	1820
4.- Peso de la canastilla	(g)	897	897
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	923	923

II. - Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	:m3)	2.639
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	:m3)	2.663
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	:m3)	2.704
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.90

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Solicitante : Alfredo Roncal Espinoza
Atención : Laboratorio Usat
Obra : Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal
Lugar : Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Río Chinchipe

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	34.23	39.09
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	33.35	38.11
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.64	2.57
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.61	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Río Chinchipe

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	338	335.5
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	333.4	330.6
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.4	1.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.43	

4.5.1.2. Diseño de mezcla de concreto

Luego con los resultados obtenidos se procedió a realizar los diseños de mezcla para los concretos de 175 y 210 f'c. Estos diseños servirán para las obras de concreto tales como: badenes, cajas recolectoras y aletas de alcantarillas, y muros de contención.

4.5.1.2.1. Diseño de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

USAT LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES DISEÑO DE MEZCLA

Ensayo : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)

Referencia : RECOMENDACIÓN ACI 211

Resistencia del Diseño :

$f'c =$ 175 kg/cm^2

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : **Río Chinchipe** FINO : **Río Chinchipe**

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)
- 12.- Peso Unitario Suelto Humedo

1/2"	-----	pulg.
1422	1583	kg/m^3
1531	1661	kg/m^3
2639	2637	kg/m^3
1.43	2.61	%
0.90	0.81	%
-----	2.778	
1443	1625	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua : **Potable de la zona**
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento : **Tipo I Pacasmayo**
- 19.- Aditivo
- 20.- Densidad aparente del aditivo :

F'_{cr}	245	kg/cm^3
	2.5	%
$R^{a/c}$	0.628	
	3	Pulg.
	216	L/m^3
	0.552	m^3
	3150	kg/cm^3
	0.0	%
	0.0	kg/L

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	344	Kg/m^3	0.109	m^3		
b) Agua	216	Lt/m^3	0.216	m^3	Corrección por humedad	
c) Aire	2.5	%	0.025	m^3		Agua Efectiva
d) Arena	869	Kg/m^3	0.329	m^3	891	15.6
e) Grava	845	Kg/m^3	0.320	m^3	857	4.5
	<u>2277</u>		<u>1.000</u>	m^3		<u>20.1</u>

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

V.) Tarda de ensayo

a) Cemento	344	Kg/m^3		2.07	kg	F_{cemento}	8.099	Bolsas
b) Agua	196	Lt/m^3	1.175	1.18	kg	$R^{a/c}$	0.628	Diseño
c) Arena	891	Kg/m^3	51	5.35	kg	$R^{a/c}$	0.569	Obra
d) Grava	857	Kg/m^3	49	5.14	kg	Aditivo	0.0	%
e) Aditivo	<u>0.00</u>	Lt/m^3	0.00	0.00	kg			
	<u>2289</u>			<u>13.73</u>	kg			

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.59	2.49	24.19	0.000	Lts/kg
Proporción en volumen :	1.00	2.39	2.59	24.19	0.000	Lts/ Pie^3

4.5.1.2.2. Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

Ensayo : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)

Referencia : RECOMENDACIÓN ACI 211

Resistencia del Diseño :

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : **Río Chinchipe** FINO : **Río Chinchipe**

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)
- 12.- Peso Unitario Suelto Humedo

1/2"	-----	pulg.
1422	1583	kg/m ³
1531	1661	kg/m ³
2639	2637	kg/m ³
1.43	2.61	%
0.90	0.81	%
-----	2.778	
1443	1625	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua : **Potable de la zona**
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento : **Tipo I Pacasmayo**
- 19.- Aditivo
- 20.- Densidad aparente del aditivo :

F'_{cr}	294	kg/cm ³
	2.5	%
$R^{a/c}$	0.556	
	3	Pulg.
	216	L/m ³
	0.552	m ³
	3150	kg/cm ³
	0.0	%
	0.0	kg/L

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	388	Kg/m ³	0.123	m ³		
b) Agua	216	Lt/m ³	0.216	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	2.5	%	0.025	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	832	Kg/m ³	0.315	m ³	853	15.0
e) Grava	845	Kg/m ³	0.320	m ³	857	4.5
	2284		1.000	m ³		19.4

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

V.) Tarda de ensayo

a) Cemento	388	Kg/m ³	2.33	kg	F_{cemento}	9.141	Bolsas
b) Agua	197	Lt/m ³	1.179	1.18	$R^{a/c}$	0.556	Diseño
c) Arena	853	Kg/m ³	50	5.12	$R^{a/c}$	0.506	Obra
d) Grava	857	Kg/m ³	50	5.14	Aditivo	0.0	%
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.00	0.00			
	2296			13.77			

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.20	2.21	21.50	0.000	Lts/kg
Proporción en volumen :	1.00	2.03	2.30	21.50	0.000	Lts/Pie ³

4.5.1.3. Resultados de ensayos de Cantera de cerro (San Juan)

Se han realizado ensayos a las muestras obtenidas, los cuales se adjuntan en el Anexo N°3, sin embargo se muestran a continuación el resumen de los resultados:

Cuadro N° 18: Resumen resultados de afirmado

LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	IG	DENOMINACION	H (%)	SALES
32.10	25.50	6.60	GM	A-2-4	0	Grava limosa	4.17	0.60

Fuente: Propia

Cuadro N° 19: Resumen de granulometría del afirmado

GRANUL. (% QUE PASA)	
3"	100.00
2"	97.70
1 1/2"	85.70
1"	76.40
3/4"	72.10
1/2"	67.10
3/8"	59.10
1/4"	47.60
4	40.10
10	39.06
20	38.17
50	36.98
100	35.00
200	13.46

Fuente: Propia

Cuadro N° 20: Resumen del ensayo CBR

MDS (g/cm ³)	O.C.H. (%)	CBR 95% MDS
2.155	8.30	43.00

Fuente: Propia

De acuerdo al Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales EG-2013" y analizando los resultados, el afirmado es de

buena calidad y cumple los requisitos mínimos, tal como lo indica los siguientes cuadros:

Cuadro N° 21: Requisitos de calidad del afirmado

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:	
• Desgaste Los Ángeles:	50% máx. (MTC E 207)
• Límite Líquido:	35% máx. (MTC E 110)
• Índice de Plasticidad:	4-9% (MTC E 111)
• CBR (1):	40% mín. (MTC E 132)
(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)	

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales EG-2013"

Cuadro N° 22: Límites granulométricos del afirmado

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales EG-2013"

4.5.2. Estudio de fuentes de agua


Se han ubicado 3 fuentes de agua para que abastezcan a la obra:

Cuadro N° 23: Fuentes de agua

Nombre	Ubicación (km)	Acceso (km)
S/N	0+386	0.01
S/N	1+951	0.01
Botijas	4+746	0.01

Fuente: Propia

Se ha realizado ensayos a la muestra de agua sacada de la Quebrada “Botijas” y los resultados son los siguientes:



FERMATI
S.A.C.
Constructora y Servicios Generales

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N° 0671

Expediente	: 106 - 2017 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante	: Alfredo Roncal Espinoza
Atención	: Proyecto Tesis
Proyecto	: Diseño de la Trocha Carrosable San Juan - San Francisco - Tunal, Distrito y Provincia de San Ignacio, Dpto. Cajamarca.
Ubicación	: Dist. San Ignacio, Prov. San Ignacio, Dpto. Cajamarca.
Fecha de emisión	: Chiclayo, 14 de Junio del 2017

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
 SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002
 NORMA NTP 339.176 :2003

Tipo de Análisis : Análisis Químico

Muestra: Agua


Procedencia : Quebrada Botijas

pH	CEa (ms/cm)	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	RAS meq/lt	CSR meq/lt	DUREZA ppm CO ₂ Ca
7.42	0.33	0.00	2.35	1.25	0.15	2.15	0.40	0.03	0.76	0.69	-0.20	117.00


Constituyente de Sales Solubles Totales	ppm	211
Contenido de Sulfatos	%	0.0007
Contenido de Cloruros	%	0.0044

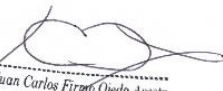
Observaciones:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Gastelo Chirinos
LABORATORISTA - FERMATI S.A.C.





Juan Carlos Firpo Ojeda Arevalo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

(074) 260991 - 964423859

Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatissac@gmail.com

www.fermatissac.cf

Analizando los resultados estos indican que el agua está en óptimas condiciones para darle uso en la obra, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro N° 24: Límites químicos para las fuentes de agua

Contaminante	Límite ppm ^A	Método de ensayo
^A . Cloruro como Cl ⁻		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido, o metales diversos, o con formas galvanizadas permanentes.	1.000 ^B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄ ⁼	3.000	NTP 339.074
C. Álcalis como (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa	50.000	ASTM C 1603

^A ppm es la abreviación de partes por millón.

^B Cuando el productor pueda demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos, los requerimientos para el concreto del Código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl₂) como aditivo acelerador, se permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro

Fuente: Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales EG-2013”

4.5.3. Estudio de botaderos

Los lugares identificados como botaderos son los siguientes:

Cuadro N° 25: Ubicación de botaderos

N°	Ubicación (km)
1	0+930
2	2+280
3	3+580
4	4+240
5	5+480
6	6+500
7	7+660
8	0+250 (Anexo)

Fuente: Propia

4.6. Diseño Geométrico

4.6.1. Clasificación de la carretera

4.6.1.1. Clasificación por demanda

Con un IMDA de 42 veh/día, la carretera se considera como una trocha carrozable, ya que el IMDA es menor a 200 veh/día. Estas son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

4.6.1.2. Clasificación por orografía

De acuerdo al promedio de las pendientes transversales de la vía que varían entre el 51% y el 100%, la carretera se considera como un terreno accidentado (tipo 3).

4.6.2. Criterios básicos para el diseño geométrico

4.6.2.1. Vehículo de diseño

El vehículo pesado más grande que pasará por la trocha es el camión de dos ejes (C2) de acuerdo al estudio de tráfico hecho, sin embargo, en el Manual de Carreteras DG-2018 no aparece el vehículo C2, por lo que se ha recurrido al Reglamento Nacional de Vehículos para ver los datos básicos de este tipo de vehículo. En este reglamento sólo se encontró la longitud máxima del vehículo, la cual es 12.30m.

Cuadro N° 26: Tabla de pesos máximos y longitudes máximas

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2		12,30	7	11	—	—	—	18

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

Además se necesitan otros datos del vehículo C2 que no están en el Manual de Carreteras ni en el Reglamento Nacional de Vehículos, por tanto se ha utilizado la norma AASHTO, en el capítulo “Minimum Turning Paths of Design Vehicles”. En esta norma el equivalente al camión 2 ejes (C2) es el Single-Unit Truck (SU-9), el cual tiene un radio de giro mínimo de 12.80m, que es una característica de fabricación.

Cuadro N° 27: Radio de giro mínimo

Design Vehicle Type	Pas-senger Car	Single-Unit Truck	Intercity Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conven-tional School Bus (65 pass.)	Large ² School Bus (84 pass.)	Articu-lated Bus	Intermed-iate Semi-trailer	Intermed-iate Semi-trailer
Symbol	P	SU	BUS-12	BUS-14	CITY-BUS	S-BUS11	S-BUS12	A-BUS	WB-12	WB-15
Minimum Design Turning Radius (m)	7.3	12.8	13.7	13.7	12.8	11.9	12.0	12.1	12.2	13.7
Center-line ¹ Turning Radius (CTR) (m)	6.4	11.6	12.4	12.4	11.5	10.6	10.8	10.8	11.0	12.5
Minimum Inside Radius (m)	4.4	8.6	8.4	7.8	7.5	7.3	7.7	6.5	5.9	5.2

Fuente: Norma AASHTO

Sin embargo, las demás dimensiones como ancho y largo no corresponden a las medidas dadas por el Reglamento Nacional de Vehículos, por lo que se ha utilizado el ómnibus de 2 ejes (B2) para analizar el vehículo en giros a 180°, en donde necesita un radio exterior de 14.37m.

Cuadro N° 28: Radios máximos y mínimos de giro del vehículo C2

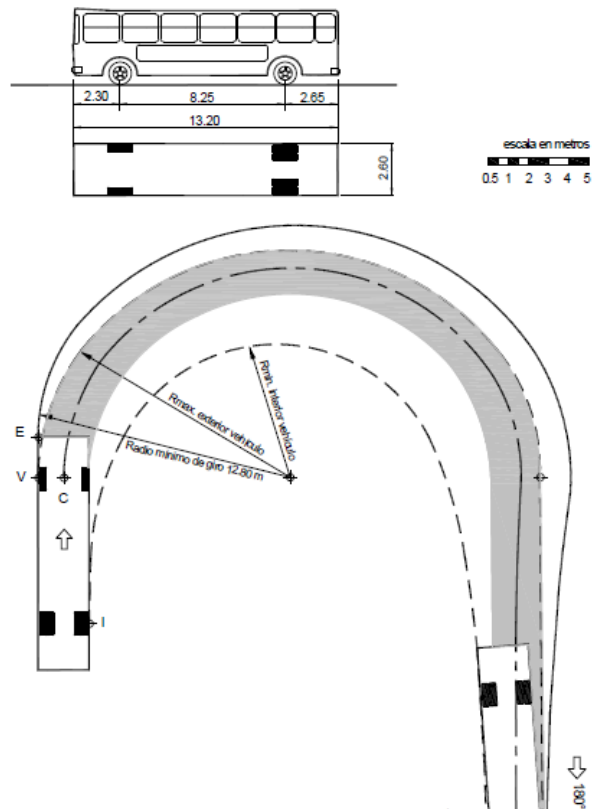
*Ómnibus de dos ejes (B2)
Radios máximos/mínimos y ángulos*

Ángulo trayectoria	R máx Exterior vehículo (E)	R mín Interior Rueda (J)	Ángulo Máximo dirección
30°	13,76 m	10,17 m	20,2°
60°	14,09 m	8,68 m	30,0°
90°	14,24 m	7,96 m	34,9°
120°	14,31 m	7,59 m	37,4°
150°	14,35 m	7,40 m	38,7°
180°	14,37 m	7,30 m	39,3°

Fuente: DG-2018

Cuadro N° 29: Gráfica de giros del vehículo b2

Giro mínimo para ómnibus de dos ejes (B2) Trayectoria 180°



Fuente: DG-2018

4.6.2.2. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño está definida por la clasificación de la carretera por demanda y orografía, sin embargo, sólo hay clasificación hasta carretera de tercera clase y no trochas carrozables, por lo que se ha considerado tomar como velocidad de diseño de 20 km/h.

Cuadro N° 30: Rango de velocidades de diseño

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: DG-2018

4.6.2.3. Distancia de visibilidad

Se ha considerado como distancia de visibilidad de parada 20 metros.

Cuadro N° 31: Distancia de visibilidad de parada

Distancia de visibilidad de parada (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Fuente: DG-2018

4.6.3. Diseño geométrico en planta

4.6.3.1. Tramos en tangente

De acuerdo a la velocidad de diseño de 20 km/h, las longitudes de tramos en tangente deben ser calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{\min.s} : 1,39 V$$

$$L_{\min.o} : 2,78 V$$

$$L_{\max} : 16,70 V$$

Dónde:

$L_{\min.s}$: Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min.o}$: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L_{\max} : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

Donde para la velocidad de 20 km/h:

$$L_{\min.s} = 28\text{m}$$

$$L_{\min.o} = 56\text{m}$$

$$L_{\max} = 334\text{m}$$

4.6.3.2. Curvas circulares

Radio mínimos

Para el caso de carreteras de tercera clase, aplicando la fórmula que a continuación se indica, se obtienen los valores precisados en las tablas siguientes:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\max} + f_{\max})}$$

Dónde:

R_{\min} : mínimo radio de curvatura.

e_{\max} : valor máximo del peralte.

f_{\max} : factor máximo de fricción.

V : velocidad específica de diseño

Cuadro N° 32: Fricción transversal máxima en curvas

<i>Fricción transversal máxima en curvas</i>	
Velocidad de diseño Km/h	$f_{\text{máx}}$
20	0,18
30	0,17
40	0,17
50	0,16
60	0,15

Fuente: DG-2018

Cuadro N° 33: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

<i>Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.</i>				
Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{\text{máx}}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60
50	4,0	0,16	98,4	100
60	4,0	0,15	149,1	150
20	6,0	0,18	13,1	15
30	6,0	0,17	30,8	30
40	6,0	0,17	54,7	55
50	6,0	0,16	89,4	90
60	6,0	0,15	134,9	135
20	8,0	0,18	12,1	10
30	8,0	0,17	28,3	30
40	8,0	0,17	50,4	50
50	8,0	0,16	82,0	80
60	8,0	0,15	123,2	125
20	10,0	0,18	11,2	10
30	10,0	0,17	26,2	25
40	10,0	0,17	46,6	45
50	10,0	0,16	75,7	75
60	10,0	0,15	113,3	115
20	12,0	0,18	10,5	10
30	12,0	0,17	24,4	25
40	12,0	0,17	43,4	45
50	12,0	0,16	70,3	70
60	12,0	0,15	104,9	105

Fuente: DG-2018

Por consiguiente, se ha considerado tomar un radio mínimo de 15m con el que además el vehículo de diseño puede hacer giros de 180°, ya que el mínimo es 14.37m.

4.6.3.3. Transición de peralte

De acuerdo a los siguientes cuadros, la transición de peralte deberá estar entre los siguientes valores de acuerdo a cada peralte.

Cuadro N° 34: Transición de peralte para carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

* Longitud de transición basada en la rotación de un carril

** Longitud basada en 2% de bombeo

Fuente: DG-2018

Cuadro N° 35: Longitud de transición del peralte según la velocidad y posición del eje del peralte

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Velocidad específica: 30 km/h

Ancho de calzada o superficie de rodadura: 6 m

Eje de giro al borde de la calzada: 6 m

Peraltes		-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
Final	Inicial											
2%		16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
3%		20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
4%		24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
5%		28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
6%		32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
7%		36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
8%		40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
9%		44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
10%		48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
11%		52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
12%		56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96

Fuente: DG-2018

4.6.3.4. Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente fórmula:

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

Sa : Sobreancho (m)

N : Número de carriles

R : Radio (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

Por lo que para el valor L para un camión C2 se considera 7.0m.

4.6.4. Diseño geométrico en perfil

4.6.4.1. Pendiente

Se ha tomado como pendiente máxima 10% tal como indica la norma. Además como pendiente excepcional se ha tomado 12% en tramos no mayores de 180m.

Cuadro N° 36: Pendientes máximas de acuerdo a la demanda y orografía

Pendientes máximas (%)																				
Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Fuente: DG-2018

4.6.4.2. Curvas verticales

De acuerdo al manual existen valores del índice K para el cálculo de longitud de curva vertical convexa y cóncavas para carreteras de tercera clase.

Cuadro N° 37: Valores del índice k para el cálculo de longitud de curva vertical convexa para carreteras de tercera clase

Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0,6		
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: DG-2018

Cuadro N° 38: Valores del índice k para el cálculo de longitud de curva vertical cóncava para carreteras de tercera clase

Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: DG-2018

4.6.5. Diseño geométrico de la sección transversal

4.6.5.1. Ancho de calzada

Se ha tomado excepcionalmente como ancho de calzada 5.00m de acuerdo al manual. Además el valor de bombeo de la calzada será de 4% de acuerdo a una precipitación mayor a 500mm/año y a un afirmado.

Cuadro N° 39: Anchos mínimos de calzada en tangente

Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h															6,60	6,60	6,60	6,60		
50 km/h											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60		
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Notas:

a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: DG-2018

4.6.5.2. Bermas e inclinación de bermas

A cada lado de la calzada, se proveerán bermas, con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales. Estas bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma, en los tramos en tangente.

Cuadro N° 40: Bombeo de la calzada

Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0,50	0,50
40 km/h															1,20	1,20	0,90	0,50		
50 km/h											2,60	2,60		1,20	1,20	1,20	0,90	0,90		
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
110 km/h	3,00	3,00			3,00															
120 km/h	3,00	3,00			3,00															
130 km/h	3,00																			

Notas:

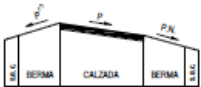




- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1,20 m para Autopistas de Segunda Clase
- Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Tópico 304.12](#), debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Fuente: DG-2018

Cuadro N° 41: Inclínación transversal de bermas

Inclínación transversal de bermas

Inclinación transversal de bermas



	BERMAS SIN REVESTIR Y REVESTIDAS > 1.20 m	BERMAS REVESTIDAS \leq 1.20 m
$p < P.N.$		
$p > P.N.$		
$p = b$ (bombeo)		

(*) Si $p \leq b$ - P.N.; $p' = P.N.$

Si $b - P.N. < p < b$; $p' = b - p$

Superficie de las Bermas	INCLINACIONES TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	INCLINACIONES NORMAL (IN)	INCLINACION ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	
Césped	8%	

- La utilización de cualquier valor dentro de este rango depende de la de la zona. Se deben utilizar valores cada vez mayores a medida que aumenta la intensidad promedio de las precipitaciones.
- Caso especial cuando el peralte de la curva es igual al 8% y la berma es exterior.

CASO ESPECIAL: PLATAFORMA SIN PAVIMENTO	
BOMBEO	PERALTE
	

Fuente: DG-2018

4.6.5.3. Bombeo

Se ha tomado como bombeo de calzada 3.5% de acuerdo a la precipitación y a la superficie de afirmado.

Cuadro N° 42: Valores del bombeo de la calzada

Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Fuente: DG-2018

4.6.5.4. Peralte

Es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. El manual indica valores máximos del peralte en las condiciones descritas.

Cuadro N° 43: Valores de peralte máximo

Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: DG-2018

Sin embargo, para calcular el peralte bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, se deberá utilizar la siguiente fórmula:

$$p = \frac{v^2}{127R} - f$$

Dónde:

p : Peralte máximo asociado a V

V : Velocidad de diseño (km/h)

R : Radio mínimo absoluto (m)

F : Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

4.6.5.5. Taludes

Los taludes de corte y relleno, variarán de acuerdo a la estabilidad del terreno. El Manual de carreteras nos da valores recomendados para inclinación de taludes según tipo de terreno.

Los valores asumidos para el proyecto son:

Talud de corte: 0.5/1

Talud de relleno: 1/1

Además para los taludes de corte de más de 7 metros se han colocado banquetas de estabilidad, las cuales tienen una pendiente longitudinal de 3% y una pendiente transversal de 2%, con un ancho de 3 metros.

4.7. Diseño del Pavimento

4.7.1. Tráfico previsto

Los trabajos realizados para determinar el tráfico esperado al final del periodo de diseño adoptado para el pavimento, se detalló en el estudio básico respectivo, sin embargo se desprenden informaciones que han servido para determinar los espesores finales.

Por lo general se debe establecer el primer año de servicio, teniendo en cuenta los años correspondientes a trámites administrativos, proceso de licitación y ejecución de obra. Cuando la vía esté concluida se considera como primer año de vida de la estructura y por lo tanto se deberá estimar los años respectivos que correspondan al año verdadero de estructura, tanto al inicio como al final del servicio.

Con respecto a la vida útil, se considerará el primer año, como ya se explicó se ha proyectado el tráfico a 10 años para una determinada tasa de crecimiento obtenida del estudio de tráfico.

La proyección del tráfico, se elabora teniendo en cuenta el número acumulado de repeticiones por Eje Equivalente de diseño, de 8.2 Tn, y que esta circulará por el carril de diseño durante la vida útil prevista.

Es importante hacer notar que por lo general la composición de vehículos ligeros tiene menor implicancia en la degradación del pavimento. Según el estudio de tráfico que se ha realizado, el IMDa proyectado para un periodo de diseño de 10 años es de 42 vehículos; siendo el 5% vehículos pesados y 95% vehículo ligeros; además, el vehículo de diseño para el proyecto es el camión C2 el cual representa un 5%; con estos datos se ha calculado el ESAL de diseño.

4.7.2. Cálculo del ESAL de diseño

El ESAL en el carril de diseño es **15000 ejes equivalentes de 8.2 Ton.**, para un periodo de diseño de 10 años.

Cuadro N° 44: Cálculo de ESAL de diseño

Tipo de vehículo	N° de vehículo/día (2 sentidos)	N° de vehículo/ día (1 sentido)	N° Veh/año	F.C	ESAL en carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL diseño
Autos y combis	40.000	20.000	7300.000	0.0001	0.730	10.708	7.817
C2	2.000	1.000	365.000	3.560	1299.400	11.840	15385.421
Total	42.000	21.000	7665.000	3.560	1300.130	22.548	15393.24
						Total	15500

Fuente: Propia

4.7.3. Espesor del pavimento

El suelo de la subrasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre él se construye la estructura del pavimento. El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de resistencia mecánica de este suelo. El CBR de la subrasante que será utilizado en el diseño, se elegirá en base a criterios estadísticos. Un criterio recomendado por el Instituto del Asfalto para carreteras de primer orden, establece que debe tomarse como CBR de diseño aquel valor que sea el menor del total de valores de una sección determinada.

El CBR mínimo de diseño es de 6% para todos los tramos, al 95% de la Máxima Densidad Seca-MDS.

De acuerdo al catálogo de capas de revestimiento granular, para un número de ejes equivalentes menor de 25000; y de acuerdo al CBR obtenido en el estudio de suelos. Los espesores de las capas de la estructura del pavimento calculado y adoptado para un periodo de 10 años son de 20 cm.

Cuadro N° 45: Espesor de pavimento

Datos	
*CBR	6.00 %
*Nrep	15500.00 EE
e=	Espesor de la capa del afirmado en mm
CBR=	valor del CBR en la sub rasante
Nrep=	número de repeticiones de EE para carril de diseño
E= 189.86 mm	
E= 18.99 cm	
E= 20.00 cm	

Fuente: Propia

4.8. Estudio hidrológico

4.8.1. Área de la cuenca

La determinación del área de recogimiento de las quebradas se realizó con el sistema digital, utilizando los polígonos del Google Earth.

4.8.2. Longitud del cauce más largo y pendiente media

La longitud del cauce más largo es la distancia del recorrido del agua desde el punto más distante hasta el punto de interés. La determinación de la longitud de este cauce también se trazó en Google Earth a modo de ruta, para obtener la longitud de este cauce. En el siguiente cuadro se presenta las longitudes que se obtuvieron:

Cuadro N° 46: Longitud de los cauces principales de las cuencas

	Long. cauce (Km)	S prom. (%)
Sub - cuenca N°01	781.00	0.190
Sub - cuenca N°02	1,170.00	0.320
Sub - cuenca N°03	1,290.00	0.280
Sub - cuenca N°04	1,490.00	0.270
Sub - cuenca N°05	1,760.00	0.190
Sub - cuenca N°06	2,270.00	0.180
Sub - cuenca N°07	1,520.00	0.100
Sub - cuenca N°08	751.00	0.280
Sub - cuenca N°09	954.00	0.330
Sub - cuenca N°10	811.00	0.260
Sub - cuenca N°11	1,230.00	0.400

Fuente: Elaboración propia

4.8.3. Análisis hidrológico

4.8.3.1. Generalidad

En este capítulo se encuentran los resultados del estudio hidrológico que se realizó a la zona que involucra el proyecto.

En la primera etapa del estudio se procedió a realizar un análisis estadístico de la serie de datos de lluvias diarias máximas anuales, adoptándose seis distribuciones: Gumbel, Log Gumbel, Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson III. En una segunda etapa se confeccionaron las tablas de intensidades para la lluvia de diseño y las curvas IDF para la zona del proyecto. Por último se calcularon los caudales aportantes de las distintas áreas de estudio usando el método racional.

4.9. Estudio de hidráulica y drenaje

4.9.1. Intensidades y caudales para los diferentes periodos de retorno

Cuadro N° 47: Intensidades y caudales para los diferentes periodos de retorno

	C	A(Km2)	Periodo de retorno (años)			Periodo de retorno (años)		
			25	50	75	25	50	75
Sub-cuenca N°01	0.45	0.23	86.24	92.92	97.07	2.48	2.67	2.79
Sub-cuenca N°02	0.45	0.27	86.24	92.92	97.07	2.91	3.14	3.28
Sub-cuenca N°03	0.45	0.22	56.25	60.61	63.32	1.55	1.67	1.74
Sub-cuenca N°04	0.45	0.34	56.25	60.61	63.32	2.39	2.58	2.69
Sub-cuenca N°05	0.45	0.68	56.25	60.61	63.32	4.79	5.16	5.39
Sub-cuenca N°06	0.45	1.23	43.81	47.21	49.32	5.76	6.20	6.48
Sub-cuenca N°07	0.4	9.8	28.58	30.79	32.17	31.14	33.56	35.06
Sub-cuenca N°08	0.4	0.2	86.24	92.92	97.07	1.92	2.07	2.16
Sub-cuenca N°09	0.4	0.44	86.24	92.92	97.07	4.22	4.55	4.75
Sub-cuenca N°10	0.4	1.51	43.81	47.21	49.32	7.36	7.93	8.28
Sub-cuenca N°11	0.4	0.28	86.24	92.92	97.07	2.69	2.89	3.02
Sub-cuenca N°12	0.4	0.48	86.24	92.92	97.07	4.60	4.96	5.18
			Intensidades (mm/hr)			Q (m3/s)		

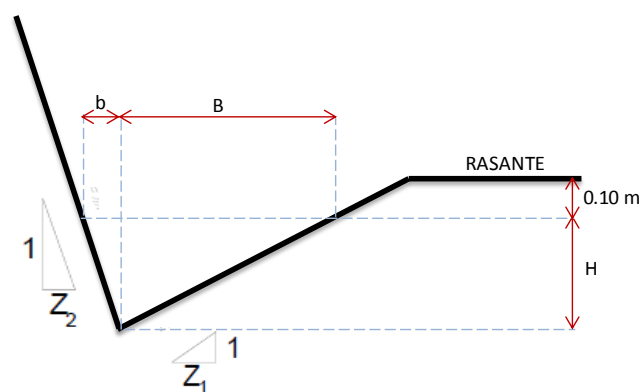
4.9.2. Drenaje superficial de la carretera (cunetas)

Zanjas longitudinales revestidas que captan, conducen y evacuan los flujos de agua superficial.

Localización: Se colocarán cunetas al pie de los taludes de corte, paralelas y adyacentes a la calzada.

Sección típica: Triangular

Figura N° 19: Sección típica triangular



Fuente: Propia

Descarga de las cunetas: En alcantarillas de alivio, ubicadas cada 250 m.

Caudal de diseño:

Caudal que captará la cuneta en el área de aporte correspondiente.

Cuadro N° 48: Caudal que captará la cuneta en el área de aporte correspondiente.

DE PROGR.	A PROGR.	LONG. (m)	Lado Izq.	Lado Der.	Qd (m ³ /s)
			Qd (m ³ /s)	Qd (m ³ /s)	
0+000	0+386	386	0.053	0.056	0.056
0+386	0+570	184	0.026	0.025	0.026
0+570	0+800	230	0.030	0.034	0.034
0+800	0+921	121	0.016	0.018	0.018
0+921	1+250	329	0.047	0.045	0.047
1+250	1+500	250	0.036	0.034	0.036
1+500	1+704	204	0.028	0.029	0.029
1+704	1+951	247	0.034	0.035	0.035
1+951	2+147	196	0.019	0.017	0.019
2+147	2+515	368	0.034	0.033	0.034
2+515	2+750	235	0.021	0.022	0.022
2+750	3+087	337	0.030	0.032	0.032
3+087	3+264	177	0.013	0.012	0.013
3+264	3+500	236	0.018	0.016	0.018
3+500	3+820	320	0.023	0.022	0.023
3+820	4+000	180	0.013	0.013	0.013
4+000	4+250	250	0.019	0.017	0.019
4+250	4+420	170	0.012	0.012	0.012
4+420	4+746	326	0.013	0.014	0.014
4+746	5+000	254	0.010	0.011	0.011
5+000	5+353	353	0.045	0.043	0.045
5+353	5+500	147	0.018	0.018	0.018

5+500	5+750	250	0.030	0.032	0.032
5+750	5+950	200	0.024	0.026	0.026
5+950	6+323	373	0.047	0.046	0.047
6+323	6+500	177	0.019	0.019	0.019
6+500	6+750	250	0.032	0.031	0.032
6+750	7+146	250	0.030	0.033	0.033
7+146	7+250	146	0.016	0.020	0.020
7+250	7+500	354	0.043	0.043	0.043
7+500	7+830	354	0.041	0.041	0.041
7+830	8+000	170	0.019	0.019	0.019
8+000	8+238	238	0.029	0.029	0.029

TRAMO ANEXO

0+000	0+169	169	0.016	0.015	0.016
0+169	0+200	134	0.003	0.003	0.003
0+200	0+251	15	0.005	0.004	0.005
0+251	0+346	31	0.008	0.009	0.009

Fuente: Propia

Cuadro N° 49: Diseño hidráulico de las cuentas

DE PROGR.	A PROGR.	Qd (m3/s)	S(%)	n	Z1	Z2	H (m)	b (m)	B (m)	A (m2)	P (m)	Qi (m3/s)	Veloc. (m/s)	N	Qi>Qd	Veloc.< .65	N<1
0+000	0+250	0.056	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.49	0.17	CUMPLE	OK	OK
0+250	0+385.19	0.056	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.49	0.17	CUMPLE	OK	OK
0+385.19	0+570	0.026	0.0993	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.329	0.23	0.08	CUMPLE	OK	OK
0+570	0+800	0.034	0.0993	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.329	0.31	0.10	CUMPLE	OK	OK
0+800	0+920.55	0.018	0.0993	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.329	0.16	0.05	CUMPLE	OK	OK
0+920.55	1+250	0.047	0.0608	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.258	0.42	0.14	CUMPLE	OK	OK
1+250	1+310.84	0.036	0.0608	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.258	0.32	0.11	CUMPLE	OK	OK
1+310.84	1+500	0.036	0.0902	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.314	0.32	0.11	CUMPLE	OK	OK
1+500	1+703.54	0.029	0.0902	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.314	0.26	0.09	CUMPLE	OK	OK
1+703.54	1+917.49	0.035	0.0065	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.084	0.32	0.11	CUMPLE	OK	OK
1+917.49	1+951	0.035	0.0081	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.094	0.32	0.11	CUMPLE	OK	OK
1+951	2+147	0.019	0.0081	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.094	0.17	0.06	CUMPLE	OK	OK
2+147	2+156.43	0.019	0.0081	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.094	0.17	0.06	CUMPLE	OK	OK
2+156.43	2+515	0.034	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.31	0.10	CUMPLE	OK	OK
2+515	2+750	0.022	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.19	0.07	CUMPLE	OK	OK
2+750	3+086.60	0.032	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.28	0.10	CUMPLE	OK	OK
3+086.60	3+264.34	0.013	0.0617	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.259	0.11	0.04	CUMPLE	OK	OK
3+264.34	3+310	0.018	0.0617	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.259	0.16	0.05	CUMPLE	OK	OK
3+310	3+500	0.018	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.16	0.05	CUMPLE	OK	OK
3+500	3+820	0.023	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.21	0.07	CUMPLE	OK	OK
3+820	3+877.85	0.013	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.12	0.04	CUMPLE	OK	OK

3+877.85	4+000	0.013	0.12	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.362	0.12	0.04	CUMPLE	OK	OK
4+000	4+010.08	0.019	0.12	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.362	0.16	0.06	CUMPLE	OK	OK
4+010.08	4+250	0.019	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.16	0.06	CUMPLE	OK	OK
4+250	4+420	0.012	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.11	0.04	CUMPLE	OK	OK
4+420	4+572.00	0.014	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.12	0.04	CUMPLE	OK	OK
4+572.00	4+746.26	0.014	0.12	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.362	0.12	0.04	CUMPLE	OK	OK
4+746.26	5+000	0.011	0.0749	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.286	0.09	0.03	CUMPLE	OK	OK
5+000	5+125.50	0.045	0.0749	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.286	0.40	0.14	CUMPLE	OK	OK
5+125.50	5+263.69	0.045	0.0042	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.068	0.40	0.14	CUMPLE	OK	OK
5+263.69	5+353	0.045	0.0658	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.268	0.40	0.14	CUMPLE	OK	OK
5+353	5+500	0.018	0.0658	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.268	0.16	0.06	CUMPLE	OK	OK
5+500	5+662.86	0.032	0.0658	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.268	0.28	0.10	CUMPLE	OK	OK
5+662.86	5+750	0.032	0.0866	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.307	0.28	0.10	CUMPLE	OK	OK
5+750	5+994.09	0.026	0.0866	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.307	0.23	0.08	CUMPLE	OK	OK
5+994.09	6+000	0.026	0.0523	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.239	0.23	0.08	CUMPLE	OK	OK
6+000	6+323	0.047	0.0523	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.239	0.42	0.14	CUMPLE	OK	OK
6+323	6+416.44	0.019	0.0523	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.239	0.17	0.06	CUMPLE	OK	OK
6+416.44	6+500	0.019	0.0298	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.180	0.17	0.06	CUMPLE	OK	OK
6+500	6+750	0.032	0.0298	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.180	0.28	0.10	CUMPLE	OK	OK
6+750	6+754.45	0.033	0.0298	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.180	0.29	0.10	CUMPLE	OK	OK
6+754.45	7+146	0.033	0.0643	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.265	0.29	0.10	CUMPLE	OK	OK
7+146	7+250	0.020	0.0643	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.265	0.18	0.06	CUMPLE	OK	OK
7+250	7+306.67	0.043	0.0643	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.265	0.38	0.13	CUMPLE	OK	OK
7+306.67	7+500	0.043	0.0881	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.310	0.38	0.13	CUMPLE	OK	OK
7+500	7+561.65	0.041	0.0881	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.310	0.37	0.13	CUMPLE	OK	OK

7+561.65	7+830	0.041	0.0729	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.282	0.37	0.13	CUMPLE	OK	OK
7+830	7+957.14	0.019	0.0729	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.282	0.17	0.06	CUMPLE	OK	OK
7+957.14	8+000	0.019	0.077	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.290	0.17	0.06	CUMPLE	OK	OK
8+000	8+238.19	0.029	0.077	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.290	0.26	0.09	CUMPLE	OK	OK
TRAMO ANEXO																	
0+000	0+050.78	0.015	0.0749	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.286	0.13	0.05	CUMPLE	OK	OK
0+050.78	0+137.36	0.015	0.0478	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.228	0.13	0.05	CUMPLE	OK	OK
0+137.36	0+160	0.015	0.0509	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.236	0.13	0.05	CUMPLE	OK	OK
0+160	0+200.38	0.004	0.0509	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.236	0.03	0.01	CUMPLE	OK	OK
0+200.38	0+251	0.005	0.0188	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.143	0.04	0.01	CUMPLE	OK	OK
0+251	0+294.28	0.009	0.0493	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.232	0.08	0.03	CUMPLE	OK	OK
0+294.28	0+346	0.009	0.10	0.025	2	0.5	0.3	0.15	0.6	0.113	1.006	0.330	0.08	0.03	CUMPLE	OK	OK

Fuente: Propia

Sección típica: Triangular

CUNETAS TIPO 1		
Z1=	2	
Z2=	0.5	
H=	0.3	m
b=	0.15	m
B=	0.6	m

4.9.3. Drenaje transversal de la carretera

Cuadro N° 50: Drenaje transversal propuesto

TIPO DE OBRA	PROG.	QD final (m3/s)
ALC. PASE	0+386	2.952
ALC. ALIVIO	1+704	0.289
ALC. PASE	1+951	3.177
ALC. PASE	2+147	1.668
ALC. PASE	2+515	2.676
ALC. ALIVIO	3+087	0.161
BADEN	4+746	33.882
BADEN	5+353	2.227
BADEN	5+950	4.647
BADEN	6+323	8.102
BADEN	7+146	3.113
BADEN	7+830	5.064
BADEN	0+169	5.162
ALC. ALIVIO	0+251	0.027

Cuadro N° 51: Diseño de las alcantarillas

TIPO DE OBRA	PROG.	QD final (m3/s) (1)	# de Tuberías	n (2)	S % (3)	$Rh^{2/3} * A$ (4)=(1)*(2)/RAIZ((3))	$D^{8/3}$	D (mm)	D comercial (mm)
ALC. PASE	0+386	2.952	2	0.009	0.02	0.0939	0.3013	637.75	800
ALC. ALIVIO	1+704	0.289	1	0.009	0.02	0.0184	0.0589	345.87	400
ALC. PASE	1+951	3.177	2	0.009	0.02	0.1011	0.3244	655.59	800
ALC. PASE	2+147	1.668	1	0.009	0.02	0.1062	0.3406	667.72	800
ALC. PASE	2+515	2.676	2	0.009	0.02	0.0852	0.2732	614.74	800
ALC. ALIVIO	3+087	0.161	1	0.009	0.02	0.0102	0.0328	277.64	400
ALC. ALIVIO	0+251	0.027	1	0.009	0.02	0.0017	0.0054	141.63	400

Fuente: Propia

OBRA DE ARTE	PROG (m)	CAUDAL INICIAL	Ø Nom	Ø Inter	S	n (min)	CAUDAL PLENO	Qp	VELOC.	fq	fv	fd	fd	VELOC.	V	TIRAN TE h	ANGULO	RADI O HIDR .	TENSION TRACTIVA		Pa	ANGUL O DE ALABE O	LONG. PROTEC C. MAMP. (m)
								>	PLENA				<	REAL	<		CENTRA L				>		
		lps	mm	m	m/m		lps	Qi	mps				0.75	mps	4 mps		mts	θ°	R (mts)	(Kg/ m2)	Pa	0.8	
ALC. PASE	0+386	1475.89	800	0.800	0.02	0.009	2700.49	OK	5.376	0.547	1.02	0.531	OK	5.481	OK	0.424	186.994	0.207	4.15	40.67 89	OK	19	2.20
ALC. ALIVIO	1+704	288.68	400	0.400	0.02	0.009	425.30	OK	3.387	0.679	1.062	0.613	OK	3.597	OK	0.245	206.123	0.112	2.24	22.00 77	OK	21	2.00
ALC. PASE	1+951	1588.61	800	0.800	0.02	0.009	2700.49	OK	5.376	0.588	1.035	0.558	OK	5.564	OK	0.446	193.323	0.214	4.27	41.89 39	OK	19	2.25
ALC. PASE	2+147	1668.19	800	0.800	0.02	0.009	2700.49	OK	5.376	0.618	1.044	0.576	OK	5.613	OK	0.461	197.486	0.217	4.35	42.63 43	OK	19	2.25
ALC. PASE	2+515	1338.14	800	0.800	0.02	0.009	2700.49	OK	5.376	0.496	0.998	0.498	OK	5.365	OK	0.398	179.542	0.199	3.99	39.11 56	OK	19	2.15
ALC. ALIVIO	3+087	160.67	400	0.400	0.02	0.009	425.30	OK	3.387	0.378	0.934	0.425	OK	3.163	OK	0.170	162.746	0.090	1.79	17.56 04	OK	20	2.00
ALC. ALIVIO	0+251	26.69	400	0.400	0.02	0.009	425.30	OK	3.387	0.063	0.574	0.167	OK	1.944	OK	0.067	96.482	0.041	0.82	8.038 1	OK	21	2.00

4.9.4. Diseño de badenes

Se han diseñado 7 badenes en todo el tramo de la carretera, los cuales son los están adjunto en el Anexo N°4.

4.10. Muros de contención

Se ha visto la necesidad de colocar muros de contención en zonas de media ladera, por lo que se han diseñado 22 tipos diferentes de muros de contención (Anexo N°5), los cuales están resumidos en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 52: Resumen de tramos de muros de contención

TRAMO	INICIO (KM)	FIN (KM)	TIPO	H TOTAL (m)	H PANTALLA (m)
1	1+890	1+900	1	8.05	7.40
2	1+900	1+905	2	7.65	7.00
3	1+905	1+910	3	6.30	5.70
4	1+910	1+915	4	4.85	4.40
5	1+915	1+920	5	4.30	3.90
6	1+920	1+930	6	3.65	3.30
7	1+930	1+940	7	3.35	3.00
8	2+040	2+045	8	5.15	4.70
9	2+045	2+050	9	6.95	6.30
10	2+050	2+077	2	7.65	7.00
11	2+077	2+082	10	6.40	5.80
12	2+200	2+205	9	6.95	6.30
13	2+205	2+220	1	8.05	7.40
14	2+220	2+240	11	7.55	6.90
15	2+240	2+270	12	7.85	7.20
16	2+270	2+280	11	7.55	6.90
17	2+280	2+285	3	6.30	5.70
18	2+285	2+290	8	5.15	4.70
19	2+290	2+295	13	4.40	4.00
20	3+015	3+020	10	6.40	5.80
21	3+020	3+025	14	7.15	6.50
22	3+025	3+045	15	7.95	7.30
23	3+045	3+050	11	7.55	6.90
24	3+050	3+055	15	6.75	6.10
25	3+055	3+060	16	5.60	6.10
26	3+060	3+067	17	3.80	3.45
27	3+067	3+070	16	5.60	6.10
28	3+070	3+075	18	7.35	6.70
29	3+075	3+090	19	7.80	7.15
30	3+090	3+100	14	7.15	6.50

31	3+100	3+125	3	6.30	5.70
32	3+330	3+360	20	6.10	5.50
33	3+360	3+370	8	5.15	4.70
34	3+370	3+375	21	4.25	3.85
35	3+465	3+485	22	4.10	3.70

Fuente: Propia

4.11. Evaluación de Impacto Ambiental

4.11.1. Resumen ejecutivo

4.11.1.1. Introducción

San Ignacio es uno de los 7 distritos de la provincia del mismo nombre, está ubicado en el extremo norte del departamento de Cajamarca, en la frontera con Ecuador, a una altitud de 1324 m.s.n.m. La principal actividad económica es la agricultura con un 78.5% de la población económicamente activa, siendo el cultivo de café lo básico, ya que la altitud de esta zona es ideal para esta actividad.

El proyecto en mención abarca los caseríos de San Juan, San Francisco y Tunal, comprendiendo 8.59 Km de carretera con superficie de rodadura a nivel de afirmado; así como 14 obras de arte, de las cuales 7 son alcantarillas de Tubería HDPE y cabezales de concreto armado y 7 badenes de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

A continuación, se presenta la evaluación de impacto ambiental de dicho proyecto, la cual comprende desde la identificación del área de influencia del proyecto, el plan de manejo ambiental, identificación y mitigación de impactos ambientales, el plan de acción preventivo – correctivo, programa de monitoreo ambiental y las conclusiones de la evaluación de impacto ambiental.

4.11.1.2.Descripción y análisis del proyecto

- Nombre: “DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE SAN JUAN – SAN FRANCISCO – TUNAL, DISTRITO Y PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2016”.
- Naturaleza: Construcción
- Plazo de ejecución: 171 días calendarios
- Modalidad de ejecución: Contrata
- Ubicación:
 - Localidad: San Juan, San Francisco, Tunal
 - Distrito: San Ignacio
 - Provincia: San Ignacio
 - Departamento: Cajamarca

4.11.1.3.Línea base

Área de influencia del proyecto

La determinación del área de influencia del proyecto implica determinar aquellos espacios y aspectos que, en cierto modo, resulten susceptibles de recibir los impactos del proyecto, los que pueden ser positivos o negativos. La determinación del ámbito espacial considera los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos más relevantes del entorno del proyecto.

En el presente estudio, la investigación se centrará en el área de influencia directa, la cual comprende el área donde los impactos ambientales y sociales se darán de forma directa o inmediata durante las fases de pre-construcción, construcción y operación del proyecto: “DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE SAN JUAN – SAN FRANCISCO – TUNAL, DISTRITO Y PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2016”.

El área de influencia general o indirecta del proyecto abarca las siguientes zonas: directamente a los caseríos de San Juan, San

Francisco, Tunal e Independencia, asimismo indirectamente a los centros poblados de Nuevo Lima, Bajo y Alto Ihuamaca.

Esta área se ha determinado teniendo en cuenta principalmente los siguientes criterios: vías de comunicación, que establecen el grado de accesibilidad hacia y desde el lugar del proyecto; división política de la provincia de San Ignacio.

Se ha previsto que el área de influencia ambiental directa o inmediata de la construcción del proyecto comprenderá el área urbana próxima de los caseríos de San Juan, San Francisco y Tunal. Debido a que son los lugares donde se realizará la construcción de dicho proyecto, siendo así afectados negativa como positivamente por los impactos ambientales identificados.

4.11.1.4. Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) constituye un Documento Técnico que contiene un conjunto de medidas orientadas a prevenir, corregir y/o mitigar los impactos ambientales potenciales del proyecto, en su etapa de construcción.

Las medidas de prevención evitan que se presente el impacto o disminuyen su severidad.

Las medidas de corrección permiten la recuperación de la calidad ambiental del componente afectado luego de un determinado tiempo.

Las medidas de mitigación son aquellas adoptadas para disminuir la severidad del impacto.

4.11.2. Objetivos

Objetivo General

Identificar, predecir y evaluar los probables impactos ambientales que se producirán en las diferentes etapas del proyecto (construcción, funcionamiento), a fin de implementar las medidas de mitigación que

eviten o disminuyan los impactos ambientales negativos, y en caso de los impactos ambientales positivos, introducir las medidas que optimicen los beneficios generados por la ejecución del proyecto.

Objetivos Específicos

Realizar la línea base del área de estudio, es decir caracterizar el escenario actual de los recursos en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Identificar y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos ocasionados por las actividades del proyecto, formular medidas correctivas para los impactos negativos que se generan como consecuencia de las acciones susceptibles de producir en las diferentes etapas del proyecto.

Definir el Plan de Manejo Ambiental que considere las acciones necesarias para prevenir, controlar y mitigar los impactos identificados; cuya instrumentación permitirá mantener el equilibrio ambiental, dentro del marco y regulación de las normas ambientales del país.

4.11.3. Marco Legal

Nuestro país dispone de diversas leyes y reglamentos a ser considerados y aplicados en el desarrollo de proyectos para normar la gestión ambiental en la ejecución de obras de infraestructura vial. El cumplimiento de estas normas se viene dando en los últimos años, para así promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables. El cumplimiento del marco legal proporciona las bases sobre las cuales las instituciones constituyen y determinan el alcance y naturaleza de la participación política.

4.11.3.1. Normativa general

Constitución Política Del Perú

La Constitución Política (1993) es la norma legal de mayor jerarquía del Perú, resalta entre los derechos esenciales de la persona

humana, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. En los artículos 66° al 69°, señala que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación. También, indica que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas. Asimismo en el artículo N° 2, inciso 22: habla del derecho a la paz, al descanso y a un medio ambiente equilibrado.

La Constitución protege el derecho de propiedad y así lo garantiza el Estado, pues a nadie puede privarse de su propiedad (Art. 70°). Sin embargo, cuando se requiere desarrollar proyectos de interés nacional, declarados por Ley, estos podrán expropiar propiedades para su ejecución, por lo cual, se deberá indemnizar previamente a las personas y familias que resulten afectadas.

Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)

El Consejo Nacional del Ambiente, creado mediante la Ley N° 26410 del 22 de diciembre de 1994, es la respuesta del Estado a la necesidad de consolidar una política ambiental, organizar un sistema de gestión eficaz para enfrentar los problemas ambientales en el país. Su directorio está integrado por siete representantes: tres del sector público, dos del sector empresarial, uno de los Gobiernos Regionales y otro de los Gobiernos Locales. Es por tanto una representación de la Nación, a la que se le ha encargado cautelar los intereses ambientales del país.

Código de Medio Ambiente y los Recursos Naturales

Fue establecido por DL N° 613, del 07- 09- 1990. Este código señala en el ítem 1 del Título Preliminar, que toda persona tiene el derecho irrenunciable a gozar de un ambiente saludable, así como el deber de conservar dicho ambiente, precisando que es obligación del

estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana.

El código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales fue la primera norma en instaurar en el país la obligación de los proponentes de proyectos, de existir Estudios de Impactos Ambientales (EIA).

Código Penal – Delitos contra la Ecología (Ley N° 635)

Para penalizar cualquier alteración del Medio Ambiente, se dicta el D. Ley N° 635, de abril de 1991, Delitos contra la Ecología, que en su artículo 304° precisa: que “el que contamine el ambiente con residuos sólidos, líquidos o gaseosos, por encima de límites permisibles, será reprimido con pena privativa de la libertad no menor de un (1) año, ni mayor de tres (3) años”. Asimismo, la Ley N° 26631, del 21 de junio de 1996 dicta normas para efectos de formalizar denuncia por infracción de la legislación ambiental, la cual en su artículo 1° establece que: “La formalización de la denuncia por los delitos tipificados en el título Décimo Tercero, del Libro Segundo del Código Penal, requerirá de las entidades sectoriales competentes, opinión fundamentada por escrito sobre si se ha infringido la legislación ambiental”

Ley General de Aguas (D.L. N° 17752)

Esta Ley con sus reglamentos y modificaciones (D.S. N° 261-69-AP del 12.12.69, D.S. N° 007-83- A del 11.03.83 y Decreto Supremo N° 003-2003-S.A.) en su Título II, prohíbe mediante el artículo 22ª (Cap. II), verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso, que pueda alterar la calidad de agua y ocasionar daños a la salud humana o poner en peligro recursos hidrobiológicos de los cauces afectados; así como, perjudicar el normal desarrollo de la flora y fauna. Asimismo, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados para alcanzar los límites permisibles.

El artículo 70° de la Ley General de Aguas, señala que todo aquel que en ocasión debe efectuar estudios, explotaciones o exploraciones mineras, prolíferas o con cualquier otro propósito, descubriese o alumbrase aguas, está obligado a dar aviso inmediato a la Autoridad en Aguas y no podrá utilizarlas sin permiso, autorización o licencia. (Alumbramiento: Acción de descubrir aguas subterráneas y hacerlas aflorar). Además, se establecen las acciones a tomar en casos de Alumbramiento de las aguas subterráneas, contaminación, responsabilidades del Estado y responsabilidades del usuario, entre otros.

La Ley Del Sistema Nacional De Evaluación Del Impacto Ambiental Ley N° 27446

Este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión. La Ley 27446 ha creado el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) como el marco legal general aplicable a la evaluación de impactos ambientales. Así, los sectores continuarán aplicando su normatividad sectorial hasta que se dicte el reglamento de la nueva Ley

Esta norma busca ordenar la gestión ambiental en esta área estableciendo un sistema único, coordinado y uniforme de identificación, prevención, supervisión, corrección y control anticipada de los impactos ambientales negativos de los proyectos de inversión.

Debe resaltarse que la norma señala que los proyectos de inversión que puedan causar impactos ambientales negativos no podrían iniciar su ejecución y ninguna autoridad podrá aprobarlos,

autorizarlos, permitirlos, concederlos o habilitarlos si no se cuenta previamente con la Certificación Ambiental expedida mediante resolución por la respectiva autoridad competente. Con respecto al contenido del EIA, la norma establece que este deberá contener tanto una descripción de la acción propuesta como de los antecedentes de su área de influencia, la identificación y caracterización de los impactos durante todo el proyecto, la estrategia de manejo ambiental y los planes de seguimiento, vigilancia y control.

Las entidades autorizadas para la elaboración del EIA deberán estar registradas ante las autoridades competentes, quedando el pago de sus servicios a cargo del titular del proyecto. Respecto a la autoridad competente para el cumplimiento de esta ley, se ha señalado que son las mismas autoridades ambientales nacionales y sectoriales con competencia ambiental. Se señala que, en particular, es competente el ministerio del sector correspondiente a la actividad que desarrolla la empresa proponente o titular del proyecto.

Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786, del 13.05.1997)

Establece que los Ministerios deberán comunicar al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) las regulaciones al respecto. Esta Ley no modifica las atribuciones sectoriales en cuanto a las autoridades ambientales competentes.

Las actividades a realizarse no requerirán una coordinación directa con el CONAM. La Autoridad Competente Ambiental para dichas hará de conocimiento respectivo al CONAM, si el caso lo requiriese.

Ley de Residuos Sólidos

Ley N° 27314, del 21 de julio del 2000 señala, en su primer artículo, que la ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una

gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria, y ambientalmente adecuadas, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

Sobre el ámbito de aplicación de la presente ley, en el artículo 2 se señala que será en las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos desde la generación hasta su disposición final.

La Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N° 23853

Establece que la Municipalidad es una unidad fundamental de la gestión local. El municipio como gobierno local y como parte del estado manifiesta una correlación de fuerzas sociales locales que se redefinen en el tiempo y en el territorio.

En materia ambiental, las municipalidades tienen las siguientes funciones:

- Velar por la conservación de la flora y fauna local y promover ante las entidades las acciones necesarias para el desarrollo, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción.
- Normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental.
- Difundir programas de educación ambiental; propiciar campañas de forestación y reforestación.
- Establecer medidas de control de ruido de tránsito y del transporte colectivo.
- Promover y asegurar la conservación y custodia del patrimonio cultural local y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales correspondientes en su restauración y conservación.

La Ley General de Aguas N° 17752

La cual establece el uso justificado y racional de las aguas o cuerpos de agua a nivel nacional incluyendo las aguas producidas de nevados, glaciares y de las precipitaciones, indica que las aguas son de propiedad del estado y su dominio es inalienable e imprescriptible, no existe propiedad sobre ellas ni derechos adquiridos sobre ellas, dice además que su uso solo puede ser otorgado en armonía con el interés social y del país.

4.11.3.2. Normativa específica

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Es el organismo rector del sector Transporte y Comunicaciones, creado por la Ley N° 27779, que forma parte del Poder Ejecutivo y que constituye un pliego presupuestal con autonomía administrativa y económica, de acuerdo a ley.

Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (D.S. N° 041-2002 –MTC)

Con fecha 24 de agosto del 2002, se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el que se modifican algunos artículos, los más relevantes para la especialidad son los siguientes:

Artículo 73°.- Dirección General de Asuntos Ambientales

La Dirección General de Asuntos Ambientales se encargará de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente del Subsector, con el fin de garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transporte; así como de conducir los procesos de expropiación y reubicación que las mismas requieran.

Artículo 75°.- La Dirección de Evaluación Socio-Ambiental

Se encarga de velar por que los estudios de Impacto Social Ambiental del Sub-sector Transportes sean los que se requieren para garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales y mínimo impacto social durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transporte.

Artículo 76°.- La Dirección de Expropiaciones y Reasentamientos

Es responsable de conducir los procesos de expropiación de predios y reasentamientos que sean necesarios para el desarrollo de las obras del sub-sector.

Aprovechamiento de canteras de materiales de construcción

D.S. N° 037-96-EM, del 25-11-1996. Este Decreto Supremo establece en sus artículos 1° y 2° que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del Estado directamente o por contrata, ubicadas dentro de un radio de veinte kilómetros de la obra o dentro de una distancia de hasta seis kilómetros medidos a cada lado del eje longitudinal de las obras, se afectarán a estas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura. Igualmente las entidades del Estado que estén sujetos a lo mencionado anteriormente, previa calificación de la obra hecha por el MTC, informarán al registro público de minería el inicio de la ejecución de las obras y la ubicación de éstas.

Seguridad e Higiene

El Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, en el numeral 2.4. Medidas sanitarias y de seguridad ambiental, señala las medidas preventivas y las normas sanitarias a seguir por los trabajadores y la empresa. Establece también, los requisitos o características que deben tener los campamentos,

maquinarias y equipos, todo esto con el fin de evitar la ocurrencia de epidemias y de enfermedades infecto contagiosas, en especial aquellas de transmisión venérea, que suelen presentarse en poblaciones cercanas a los campamentos de construcción de carreteras; asimismo, aquellas enfermedades que se producen por ingestión de aguas y alimentos contaminados.

4.11.4. Descripción y análisis del proyecto

4.11.4.1. Ubicación y ámbito de estudio

El proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca, provincia de San Ignacio, distrito de San Ignacio. El distrito de San Ignacio es uno de los 7 distritos de la provincia de San Ignacio y está ubicado en la parte central del mismo, la altitud del mismo es de 1324 m.s.n.m.

Limita:

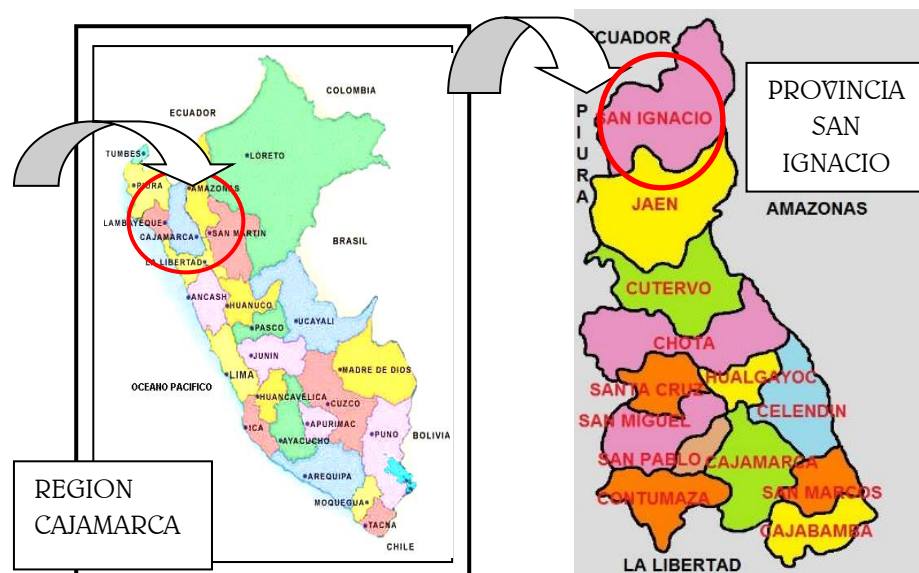
Por el norte: con el país de Ecuador

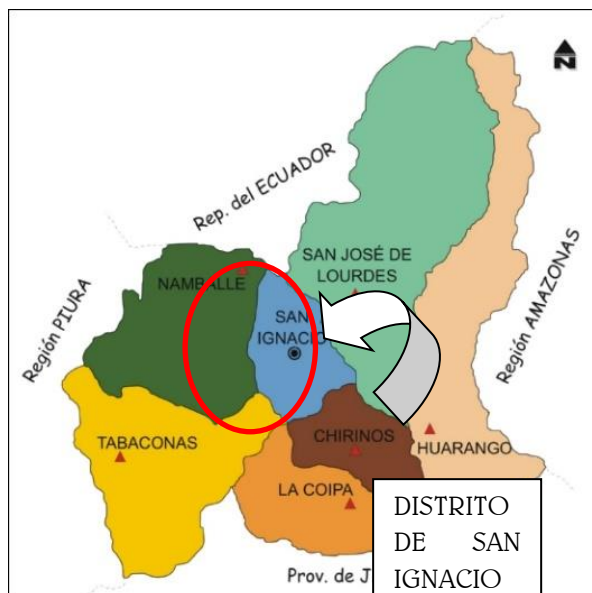
Por el Este: con el distrito de San José de Lourdes

Por el sur: con el distrito de Chirinos

Por el oeste: con el distrito de Namballe

Figura N° 20: Ubicación del proyecto





FUENTE: Banco de información distrital

4.11.4.2. Condición actual del acceso a las localidades

Actualmente llega una trocha carrozable hasta la localidad de San Juan, mientras que las localidades de San Francisco y Tunal se encuentran totalmente aisladas, ya que sólo cuentan con caminos de herradura. Estos caminos en tiempo de lluvias se tornan casi inaccesibles porque se llenan de barro y lodo.

Figura N° 21: El camino de herradura actual tiene una longitud de 8.30 kilómetros



FUENTE: Elaboración propia

4.11.5. Área de Influencia del proyecto

El Área de influencia del Proyecto involucra parte de la jurisdicción distrital de San Ignacio.

Los criterios para determinar esta área se hicieron en base a los aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos, fisiográficos, de suelos, ecológicos, socioeconómicos y culturales, que influyen en la zona de estudio.

Figura N° 22: Áreas de influencia del Proyecto



FUENTE: Elaboración propia

4.11.5.1. Área de Influencia directa (AID)

Los criterios para delimitar el Área de Influencia Directa se ha realizado teniendo en consideración las actividades previstas en la etapa de construcción, el derecho de vía y el área de concesión. Por lo que el AID se ha definido dentro de una franja a lo largo de la carretera (con un mínimo de 100 m. de ancho a cada lado del eje), ampliándose a través de las vías de acceso, hasta las áreas donde se realizarán actividades propias de la obra (canteras, campamentos, depósitos de material excedente), dentro de ellos tenemos: los caseríos San Juan, San Francisco y Tunal; los que interactúan con los aspectos físicos, biológicos y sociales de su entorno.

Figura N° 23: Trazo definitivo para la delimitación de la influencia directa a lo largo de la trocha.



FUENTE: Google Earth

4.11.5.2. Área de Influencia indirecta (AII)

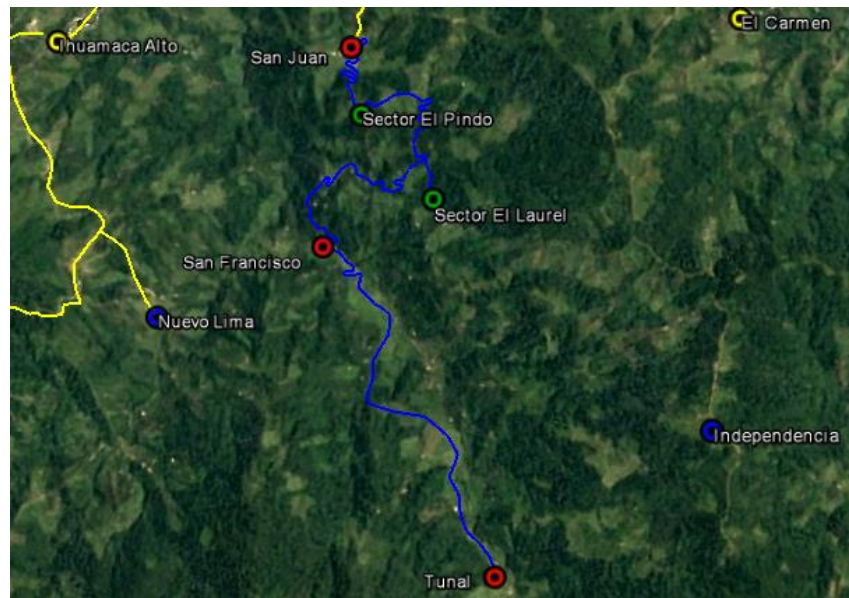
La delimitación ha sido determinada en función a los criterios de ordenamiento geopolítico (comunidades, distritos) y de composición natural, entrelazados con sus respectivos escenarios político - administrativos, corredores económicos y la presencia de áreas naturales protegidas.

El criterio de composición natural nos ha orientado hacia un escenario en el cual prima la utilización de los recursos naturales y como estos pudieran ser afectados en su fisonomía, producto de la ejecución del proyecto.

En tal sentido, de acuerdo con el ordenamiento geopolítico, se ha considerado los caseríos San Juan, San Francisco, Tunal, Independencia, Nuevo Lima, Ihuamaca y El Carmen; en el distrito de San Ignacio, los cuales desarrollan su economía en base a las

facilidades y accesos que pudieran tener hacia diversos mercados. Los principales distritos involucrados son aquellos por los que cruza la vía, incluyendo los pueblos que a través del uso de vías secundarias se beneficiarán con el desarrollo del proyecto.

Figura N° 24: Caseríos que serán beneficiados indirectamente con el proyecto



FUENTE: Google Earth

4.11.6. Estudio de línea base

La Evaluación de Impacto Ambiental por su naturaleza involucra un gran número de variables muchas veces complejas. Es el caso del área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental de la carretera que une las comunidades San Juan – San Francisco - Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, dentro de cuya área se han producido o producirán alteraciones como consecuencia de las obras y actividades de construcción.

Asimismo se considerara la descripción de las diferentes áreas a tener en cuenta: climatología, temperatura, meteorología, hidrología, geología, geomorfología, fisiografía, suelos, capacidad de uso mayor de tierras, ecología, fauna y flora natural, y aspectos socioeconómicos.

4.11.6.1. Aspectos físicos

Climatología

Según el Mapa de Zonas de Vida de la Cuenca Binacional del Río Chichipe, la Ciudad de San Ignacio comprende la zona de vida Bosque Húmedo – Montano Tropical (bh-PT). Presenta un clima templado con precipitaciones pluviales durante todo el año, entre los meses de octubre y mayo se presenta la mayor intensidad de precipitaciones, el resto del año es caluroso con lluvias ligeras; la temperatura máxima es de 30.5 °C y la mínima de 10 °C; la precipitación máxima es de 297.3 mm y la mínima de 7.5 mm; la humedad relativa máxima es de 91% y la mínima de 68%.

Geología y Geomorfología

Geología

Según la Carta Geológica Nacional en toda el área del proyecto está presente la Formación Oyotún, que está conformada por bancos moderados a gruesos de lavas andesíticas de color (frescas) gris verdoso a gris violáceo pseudo – estratificadas.

Se presentan con buena resistencia al golpe del martillo, moderada meteorización y modelado a alto fracturamiento, y algo silicificadas, de color marrón violáceo.

Figura N° 25: Geología del terreno



FUENTE: Elaboración Propia

Geomorfología

El relieve del área de estudio es irregular, con desniveles. se desarrolla en laderas de pendientes moderadas a escarpadas, que constituyen el flanco de una cadena de cerros que forman parte de la vertiente occidental de la cordillera oriental de los andes, cabe señalar que esta unidad presenta procesos de incisión y erosión lateral (cárcavas y quebradas secundarias) que se intensifican en épocas de lluvia dando lugar a taludes activos; por sectores se aprecian terrazas donde se han asentado pequeños centros poblados y otras que son aprovechadas como áreas de cultivo.

Hidrografía

El distrito de San Ignacio se halla dentro de los límites de la cuenca del río Chinchipe, sin embargo los recursos hídricos que se encuentran en el área de influencia directa del proyecto pertenecen a una microcuenca llamada Botijas, la cual tiene un número importante de afluentes, entre ellos están quebradas y riachuelos, por lo que el proyecto contempla el diseño de obras de arte como badenes, alcantarillados, que permitan el transporte de las crecientes de estos cauces; teniendo en cuenta la quebrada Botijas, la cual es uno de los afluentes más resaltantes del proyecto.

Figura N° 26: Se observan los afluentes de las quebradas de la zona



FUENTE: Elaboración Propia

Topografía

La zona en estudio tiene 2 sectores bien definidos: uno de bosques con fuertes pendientes transversales y valles accidentados, y el otro sector es alienadamente ondulado, dentro del cual está comprendido el valle agrícola y las pampas de hierba.

4.11.6.2.Aspectos biológicos

FLORA

Mediante una visita de campo al área de influencia directa del proyecto, se encontró estos árboles: romerillo, cedrillo, cedro, acerillo, urranche, y arbustos: zarza, mora; aunque un cierto tramo se caracteriza por la predominancia de paja chilena, pasto elefanto, paja mona, mequerón.

La vegetación presente se ha entendido como el producto de una larga historia de evolución, resultante de factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. De esta manera, la flora nos refleja el clima, la naturaleza del suelo, disponibilidad de agua y los factores antrópicos y bióticos de un determinado ecosistema.

Figura N° 27: Árboles y bosques en la zona del proyecto



FUENTE: Elaboración Propia

FAUNA

La fauna silvestre cumple una función vital en el equilibrio del ambiente, además de su valor intrínseco, por su riqueza, belleza y diversidad. La distribución de la fauna silvestre se encuentra relacionada a la distribución zoogeográfica. La fauna existente en las comunidades representa, en algunos casos, un riesgo para la población y en otros, se considera como plaga, esto por la destrucción de sus cultivos o la pérdida de ellos, por ser fuente de alimento de especies de fauna silvestre, lo que significa la vulnerabilidad de estas especies y en algunos casos una amenaza. La fauna silvestre, al igual que la flora, son el resultado de diversos procesos evolutivos de miles de años con productos terminales que se denotan en un sinnúmero de adaptaciones y adecuaciones a las condiciones que el entorno ambiental les presenta a cada especie.

Para la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, se ha considerado la Evaluación de los siguientes grupos taxonómicos: mamíferos, aves, reptiles. En la visita a campo que se realizó, se pudo observar especies como el gavián, loro, perdiz, búho, gallinazo cabeza negra, venado gris, majaz, conejo silvestre, ganado vacuno, pato, gallina, cuyes, cerdos, zorro, perro doméstico, sapo, saltamontes, avispas, abejas, hormigas, mariposas, lagartijas, reptiles (macanche), tigre, chosco, mono, loros, pájaro carpintero, huanchaca, oso de anteojos.

Figura N° 28: Diversas clases de animales reptiles identificadas en el campo



FUENTE: selvanet20.blogspot.pe

4.11.6.3. Aspectos socioeconómicos

AGRICULTURA

El área del proyecto es una zona de bajo nivel socio-económico, sus actividades principales son la agricultura y ganadería, son estas su fuente de ingresos económicos. La zona en estudio está cubierta por terrenos de gran vegetación y muy buenos para la producción agrícola. Por ende casi el 100% de la población de estos caseríos se dedican a la agricultura, siendo el principal cultivo el café. Además del café, que representa aproximadamente un 80% de la producción agrícola de toda la zona, existen otros cultivos como: plátano, granadilla, verduras (rabanito, lechuga, repollo, acelga, culantro, etc.) y naranja, que son mayormente utilizados para el autoconsumo.

Figura N° 29: Plantaciones de café y plátano en los caseríos del proyecto



FUENTE: Elaboración Propia

GANADERÍA

Gran parte de los pobladores de la zona de estudio se dedican a la actividad pecuaria, teniendo como principal producción el ganado vacuno, caballar y porcino. La existencia de pastos naturales permite desarrollar una ganadería aún incipiente pero muy prometedora; la explotación ganadera de la zona se

desarrolla con una tecnología tradicional y empírica practicada por los campesinos. Existen, además, especies menores como porcinos y aves en todas la fincas, las que constituyen una actividad casera familiar. Existe un gran interés por parte de la población de querer potenciar y mejorar la incipiente crianza de sus animales.

Figura N° 30: Crianza de ganado vacuno



FUENTE: Elaboración Propia

SALUD

Los pobladores de estos caseríos se encuentran restringidos al acceso de los servicios de salud, ya que el único lugar que cuenta por lo menos con un botiquín de emergencias es el caserío San Francisco, siendo necesario que los demás centros poblados se trasladen hacia allí para cualquier emergencia. Además cabe resaltar que este botiquín no cuenta con medicamentos, instrumentos y personal adecuados para tratar enfermedades comunes en la zona como: infecciones de las vías respiratorias, urinarias e intestinales, dengue.

En caso de una situación más grave en la que no es suficiente el botiquín de emergencias, el centro de salud más cercano se encuentra ubicado en la ciudad de San Ignacio, y para llegar a él se tiene que transitar por el camino de herradura (a veces en muy

mal estado por las lluvias) y perder valioso tiempo que podría salvar una vida.

Estas carencias, sumados a la falta de personal adecuado que atienda a los niños y recién nacidos, han originado que el índice de mortalidad infantil ascienda a 21.3% a nivel distrital y la tasa de desnutrición crónica en niños menores de 5 años esté en un 44.5%. Además, una de las mayores causas de muerte en la población es la septicemia con el 14% del total de muertes reportadas, debido a que en los caseríos no se puede tratar un corte que puede convertirse en una infección mortal.

Figura N° 31: Local donde se encuentra el botiquín para atender emergencias



FUENTE: Elaboración Propia

EDUCACIÓN

Actualmente estos 3 caseríos cuentan con PRONOEI (programa no escolarizado de educación inicial) e instituciones educativas primarias, sin embargo no cuentan con educación secundaria por lo que los estudiantes se ven obligados a viajar hasta San Ignacio para recibir este tipo de educación. Por ende, si alguien quiere continuar sus estudios, tiene que pagar un cuarto y pensión en San Ignacio para cumplir este objetivo, haciendo que casi la totalidad

de estudiantes se quede sólo con educación primaria, sin posibilidad de continuar sus estudios y limitando su progreso. Además, en estos caseríos existe una alta tasa de analfabetismo, presentándose en total un 25%. Esto se debe en gran parte a un 26% de pobladores que no tienen ningún nivel educativo y a un 75% de pobladores que no asiste a un centro de enseñanza regular.

Figura N° 32: Institución educativa primaria del caserío San Francisco



FUENTE: Elaboración Propia

4.11.7. Identificación y evaluación de impactos ambientales

El proceso del Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca estipula la ejecución de obras orientadas fundamentalmente a definir los trabajos de mantenimiento periódico que requiere la vía en sectores con problemas funcionales y estructurales originados por el deterioro del afirmado. Este deterioro que se manifiesta con la presencia de zonas homogéneas y puntuales es consecuencia del tráfico, cargas que soportan, condiciones climatológicas y eventos extraordinarios.

A continuación se procederá a identificar el Impacto Ambiental, analizar los posibles impactos o alteraciones potenciales a generarse como consecuencia de las actividades de Mantenimiento Periódico de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - Tunal y que puedan tener incidencia sobre los diversos componentes ambientales del ecosistema de la zona, con la finalidad de estructurar las medidas de prevención y/o mitigación en el marco del Plan de Manejo Ambiental respectivo.

Los impactos potenciales que podrían originarse por las actividades del proyecto, en el área de estudio, son analizados con relación a los siguientes factores ambientales: atmósfera, Geología y Geomorfología, Hidrología, Suelos, Vegetación, Fauna, Paisaje y aspectos socio culturales. Estos impactos varían en grado y magnitud, en función de la fragilidad de los recursos mismos y de sus interrelaciones en el ecosistema.

4.11.7.1. Identificación y evaluación de impactos ambientales potenciales

4.11.7.1.1. Etapa de Planificación o Preliminar

En esta etapa es necesario desarrollar una metodología específica para la identificación y evaluación de impactos ambientales, debido a que se presentarán numerosos impactos muy significativos, principalmente porque la trocha va a iniciar desde cero un trazo, tal como mencionaremos a continuación:

Expectativa de Generación de Empleo

La población de los caseríos San Juan, San Francisco y Tunal, luego de tener conocimiento de la construcción de la carretera, la que unirá estos caseríos y generará trabajo, tendrán interés en solicitar algún puesto de trabajo en las oficinas del Proyecto. Esto debido a que existe población desempleada o subempleada en la zona y muchos de ellos brindan trabajos de construcción.

También, algunos pobladores asentados a lo largo del tramo empezarán a acondicionar sus viviendas en pequeños puestos de ventas o saldrán a ofrecer productos de manera ambulancia, principalmente para el expendio de alimentos y bebidas, generando así un ingreso económico para sus hogares.

Riesgo de Enfermedades

En los trabajos de construcción del proyecto, no se descarta la posibilidad que aparezcan algunos casos de enfermedades propias de la zona entre el personal. Cabe mencionar que en el área de estudio, se han presentado casos de dengue y enfermedades a la piel debido a la presencia de gran variedad de mosquitos.

Riesgos de Conflictos Sociales

Dado que los trabajos de construcción de la carretera afectarán algunos predios privados, es posible que este hecho ocasione conflictos sociales entre sus propietarios y los responsables de la construcción del proyecto. Por tal motivo, estos conflictos podrían retrasar el inicio de las actividades constructivas. Sin embargo se realizó una reunión con los propietarios de los bienes afectados, ellos manifestaron estar de acuerdo con la construcción de la carretera y mostraron su disposición de apoyo, al brindar las facilidades para ello.

Riesgo de Afectación del Suelo

Este impacto está referido a la posibilidad de afectación del suelo en caso de no adoptarse las medidas correspondientes para evitarlo; es decir, es posible la pérdida de suelo en el área asignada como emplazamiento del campamento y patio de máquinas, durante la implementación de estas instalaciones auxiliares. Las actividades que causan alteraciones sobre el

suelo, es el desbroce y limpieza del terreno, movimiento de tierras.

4.11.7.1.2. Etapa de Construcción

Teniendo en cuenta las características físicas, biológicas y socioeconómicas del área de influencia y considerando las actividades de desarrollo del Proyecto, se ha realizado la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales que puedan presentarse durante el trabajo de la construcción de la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal. Por ello se consideran los siguientes impactos:

Riesgo de Accidentes

En la etapa de la construcción, la mayor presencia de vehículos, máquinas, trabajadores y transeúntes podrían incrementar el riesgo de accidentes, en desmedro de la integridad física de las personas.

Aumento de Inmisión de Material Particulado

En el proceso de realizar el roce y desbroce del área de corte, nivelación de la rasante, carga y descarga de transporte de material, explotación de canteras, depósito de material excedente, etc., se generará el incremento de emisión de material particulado y gases contaminantes, los mismos que pueden afectar a los trabajadores y pobladores asentados en las márgenes de la construcción de la carretera.

Riesgo de Contaminación de los Recursos de Agua Natural

Al no contar los trabajadores con una capacitación sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales puede dar lugar a que estos viertan residuos de pintura, concreto, etc., sobre cursos de agua, cunetas y alcantarillados, pudiendo así

incrementar la contaminación en los cauces naturales, quebradas, etc.

De la misma manera, la limpieza y lavado de maquinaria y equipos (palas, carretilla, retroexcavadora, camiones de carga, etc) dentro del cauce de los ríos y quebradas, pueden incrementar la contaminación, debido a los posibles riesgos de derrame de aceites y grasas que contienen, afectando al ecosistema acuático y a los usuarios del río aguas abajo. Del mismo modo, existe la posibilidad que durante el proceso de extracción de agua, se produzca una turbiedad del recurso a consecuencia de la remoción del material, entrada de maquinaria y camiones cisterna, entre otros.

Riesgo de Afectación de Terreno de Cultivo

Este impacto potencial está referido a la posibilidad de afectación de los cultivos de las áreas agrícolas ubicadas en los alrededores de la construcción de la carretera que unirá los caseríos San Juan – San Francisco – Tunaí, debido a la emisión de material particulado durante la extracción de material.

Mejora en la Dinámica Comercial de la Zona

En los caseríos por donde atravesará la vía ocasionará un incremento en la dinámica comercial al contar con trabajadores foráneos en la zona. De este modo, muchos de los pobladores podrán ofertar sus productos en el campamento o en otras instalaciones provisionales de la obra.

Esto generará aumento en la demanda de productos, lo cual dará inicio a mejorar el nivel de vida de la población local, contribuyendo a un leve crecimiento económico y comercial de la zona.

Generación de Empleo

La contratación de mano de obra por parte de la Empresa Contratista para la realización de los trabajos de la construcción de la trocha carrozable, contribuirá a la disminución de la tasa de desempleo existente. Del mismo modo, al aumentar la capacidad adquisitiva de aquellos trabajadores, se incrementará la demanda de bienes y servicios, generando por efecto multiplicador otros puestos de trabajo de manera directa, transfiriendo el crecimiento económico hacia otros sectores.

Incremento de los Niveles Sonoros

Según las actividades consideradas para la construcción de la trocha carrozable, se generarán emisiones de ruidos, como consecuencia del desplazamiento y funcionamiento de las maquinarias, procesos de transporte carga y descarga de material, remoción de material, uso de explosivos, etc.

Es preciso mencionar que cuando los niveles sonoros sobrepasan el umbral de los 80 decibeles (dB) se comienza a generar traumas acústicos, siendo el más perjudicado, el personal de obra por estar más expuesto. Cabe mencionar que el ser humano pierde su capacidad auditiva al ritmo de medio decibel por año, como consecuencia de la contaminación sonora si está expuesto de manera permanente.

Alteraciones Medio Ambientales por Mala Disposición de Material Excedente.

Todos los materiales excedentes resultantes de los trabajos de la construcción, movimiento de tierras, cortes y rellenos, excavaciones, pueden causar desequilibrio al entorno, si no se coloca de manera adecuada en los depósitos de materiales excedentes. Es necesario que en trabajos de la construcción de la carretera se coloque el material excedente al lado de la vía,

los mismos que pueden obstruir las obras de arte en épocas de lluvia y ser arrastrados a otros lugares, emitir polvo en épocas de escasa precipitación, obstruir vías de acceso, causar accidentes, entre otros.

Interrupción al Tránsito Vehicular

El área presenta riesgos de ocurrencia de huaycos, deslizamientos y derrumbes, los que afectan muchas veces la infraestructura de la carretera. Dichos sucesos son eventuales, se presentan principalmente en los meses de verano, cuando la fuerte lluvia al caer con intensidad sobre los suelos desprotegidos de cobertura vegetal, produce deslizamiento de laderas y cauces de quebradas.

Posible Expansión Urbana No Planificada

Luego de la ejecución del proyecto, no se descarta la posibilidad que se pueda generar un crecimiento urbano irregular en las entradas y salidas, aprovechando las mejores condiciones viales.

Mejora de Transporte

El proyecto permitirá brindar a todos los pobladores de la zona un mejor servicio en el transporte terrestre, disminuyendo los costos y tiempos de viaje, facilitando el flujo vehicular y la comercialización de productos en general de los pobladores, tanto a nivel local como regional.

Mejoramiento de los Niveles de Vida

El proyecto tiene muchas ventajas a favor de la población, permitirá dar un acceso rápido para la venta de sus productos agrícolas, intercambio comercial, adecuada atención médica, mejoras en la calidad de Educación, así como incentivar la actividad social en esta parte del país.

Riesgo de Contaminación de los Suelos

Durante el funcionamiento de los campamentos, patio de maquinarias y planta de chancado, puede darse la contaminación de suelos por derrames accidentales de cemento, grasas, combustible, o por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos generados en estas instalaciones.

Riesgos de Enfermedades

Se trata de prevenir que durante los trabajos para la construcción del proyecto el personal de obra foráneo enferme, para lo cual deberá recibir un chequeo médico a fin de evitar que pueda ser afectado por alguna enfermedad. En el área de estudio la picadura de insectos es lo que con frecuencia suele darse.

4.11.7.1.3. Etapa de Operación

Durante la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generan en esta etapa se considera la ocurrencia de los siguientes impactos ambientales:

Riesgo de Seguridad Vial

Luego de la ejecución del proyecto las mejores condiciones de la carretera pueden inducir a los conductores a incrementar la velocidad de sus vehículos, pudiendo causar accidentes de tránsito en la población local.

4.11.7.2. Identificación de impactos ambientales propiamente dichos

En la metodología aplicada se ha tenido como base un ordenamiento cronológico de las diversas actividades que se realizará en el Proyecto, de acuerdo a la interrelación existente entre ellas, quedando definidas las etapas de: planificación, construcción, operación y abandono. Se han definido las

actividades por etapas, y bajo una concepción integral se procedió a la identificación de impactos propiamente dichos, desde una perspectiva general a una perspectiva específica.

En cuanto a la técnica utilizada para el estudio se optó por el criterio de que ninguna de por sí, es suficiente para todas las fases del estudio. Cada una de ellas, presenta ventajas y limitaciones; por lo cual el método del estudio contempla una combinación de dichas técnicas. Es así que a continuación se procede a la identificación de impactos mediante la matriz de Leopold.

4.11.7.2.1. Método de Leopold

En este método se desarrolla una matriz con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo contienen acciones proyectadas y factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto.

Se tuvo en cuenta que la matriz de Leopold no es un sistema de evaluación, sino esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados. Es el análisis posterior, que se haga de la matriz, el que permitirá evaluar los efectos y dar las mejores alternativas de solución para los mismos.

El primer paso consistió en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se tomó en cuenta todas las actividades que pueden tener un lugar debido al proyecto. También se consideraron todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

Cada cuadrícula marcada con una diagonal admitirá dos valores:

Magnitud: Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, existencia o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo (+) para los efectos positivos y (-) para los negativos.

Importancia: valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Una vez llenas las cuadrículas el siguiente paso consiste en evaluar o interpretar los números colocados. Las sumas de columnas y filas permitiendo hacer los comentarios que acompañan al estudio. El texto que acompaña la matriz consiste en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas estén señaladas con las mayores calificaciones y aquellas celdas aisladas con números superiores.

Reconocemos que la objetividad no es un elemento sobresaliente de este método, ya que se puede libremente efectuar la propia clasificación en la escala numérica entre el 1 y el 10 y no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto. Es por ello que la matriz fue llenada y evaluada minuciosamente, tratando de abarcar todo el conjunto de los posibles impactos.

VALORES: escala 1- 10 M/I (Magnitud/ Importancia)

1. Muy bajo impacto/ importancia
2. Relativamente bajo impacto / Importancia
3. Regularmente bajo Impacto / Importancia
4. Regular Impacto / Importancia
5. Perceptible Impacto / Importancia
6. Moderado Impacto / Importancia
7. Moderado medio Impacto / Importancia
8. Moderado alto Impacto / Importancia
9. Alto impacto / Importancia
10. Muy alto impacto / Importancia

FUENTE: capítulo VI y VII, lote 121 – Ministerio de Energía y Minas

La matriz de Leopold ha sido elaborada y se muestra en el Anexo N°08.

4.11.8. Plan de manejo ambiental

El diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - Tunal, según su evaluación, ha encontrado que su ejecución podría ocasionar impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos dentro de su ámbito de influencia.

Por esta razón, se requiere formular un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que considere las acciones que conduzcan a evitar, mitigar y/o minimizar las implicancias negativas y acentuar la presencia de los impactos favorables.

La estrategia del PMA estará orientada a la prevención, evitando en la medida de lo posible las medidas mitigadoras, correctivas y compensatorias. La responsabilidad administrativa estará a cargo de las Instituciones Públicas competentes.

El objetivo principal de las directivas del Plan de Manejo Ambiental es el de incluir medidas preventivas y de planificación en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la trocha construida, con el propósito de mitigar o compensar efectos negativos del proyecto, y para aprovechar al máximo los resultados positivos.

4.11.8.1. Programa de seguimiento y monitoreo ambiental

El programa de Monitoreo Ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de las variables ambientales, para lo cual se deberá contar con los parámetros correspondientes, con el fin de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones, orientadas a la conservación del ambiente, durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

Este programa permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y emitirá informes periódicos a la oficina correspondiente de la institución pública competente, recomendándose que sea la Municipalidad Provincial de San Ignacio, a través de su Gerencia de servicios Municipales y Gestión del Medio Ambiente, la que se encargue de verificar el cumplimiento del PMA.

Se propone que esta entidad encargada lleve a cabo las siguientes actividades:

Elaboración de informes periódicos acerca de la operación y mantenimiento.

Evaluaciones periódicas y directas de las unidades.

Evaluación del desempeño del plan de manejo ambiental.

Monitoreo del Agua

Se deberán realizar 3 monitoreos durante la puesta en marcha del proyecto, luego se recomiendan monitoreos trimestrales durante la operación, considerando la medición de los siguientes parámetros:

Turbiedad (UNT)

Cloruro (mg/l)

Sulfatos (mg/l)

Metales (mg/l)

PH y temperatura

Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/l)

Monitoreo de la Calidad del Aire

Se comprobará la calidad del aire, en el área de patio de maquinaria, en las instalaciones de las plantas de chancado, canteras, concreto.

Se debe establecer 2 puntos de monitoreo uno en sotavento y el otro en barlovento.

Los parámetros para el caso de las plantas de chancado, solo se monitoreará la calidad de material particulado, generado por las actividades extractivas en las canteras y en la planta de chancado y la emisión de gases de combustión de característica toxica provenientes de las plantas de concreto; estos son producidos en cantidades despreciables, por lo que su monitoreo se hace innecesario.

La frecuencia de monitoreo deberá darse de forma trimestral y se realizará según las formas y métodos de análisis según los Estándares Nacionales de Calidad del Aire.

Monitoreo de Nivel Sonoro

Se realizarán puntos de monitoreo a nivel sonoro a fin de prevenir la emisión de altos niveles de ruido que puedan afectar la salud y la tranquilidad a los pobladores de los caseríos cercanos, así como también a los trabajadores de la obra. Se monitorearán los niveles

ambientales, uno de ellos en el área donde se realizan las actividades relacionadas a la construcción y el otro a una distancia entre 100m y 200m, según lo recomiende el Supervisión Ambiental. Las horas del día en que se debe hacerse el monitoreo se establecerá teniendo como base el cronograma de actividades.

Se realizarán mediciones trimestrales, siguiendo el cronograma de actividades y obra del ejecutor y al mismo tiempo que se realice el monitoreo de calidad de aire.

4.11.8.2. Programa de contingencias

El Plan de Contingencia define las medidas a tomar para prevenir o mitigar cualquier emergencia, desastre natural o accidente ambiental que pudiera ocurrir durante la construcción, implementación u operación del proyecto. También tomará en cuenta los accidentes que se pudiera dar por fallas humanas, las cuales no pudieron ser previstas en el PMA.

Durante la construcción del proyecto el Ejecutor, a través de su unidad de Contingencia, será el responsable de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse (accidentes laborales, incendios, sismos, etc.). En esta etapa la unidad estará conformada por el personal de obra.

4.11.8.2.1. Implementación del programa de contingencia

El propósito de las directivas del Plan de Contingencia Ambiental es el proporcionar un control general e indicar las acciones de procedimiento durante cada una de las condiciones de emergencia ambiental detalladas a continuación, para mitigar los efectos de eventos peligrosos.

Capacitación del Personal

En el proyecto se deberá contar con un ingeniero de seguridad vial, quien brinda información al personal de construcción,

operación y mantenimiento para que manejen las situaciones de emergencia de una forma rápida, efectiva y eficiente. Se debe capacitar a los trabajadores para que puedan brindar primeros auxilios en el caso que se requiera.

Asimismo, la capacitación que se les brinda debe incluir el reconocimiento e identificación y señalización de las áreas susceptibles de ocurrencia de fenómenos como huaycos, deslizamientos de roca, etc.

Se deberá asignar en cada brigada de trabajo a un encargado del Programa de Contingencia, quien estará a cargo del rescate o auxilio e informara a la central del tipo y magnitud del desastre.

Equipos contra Incendios

Se debe tomar las medidas adecuadas para prevenir cualquier tipo de desastre, se debe contar con equipos contra incendios (extintores), en todas las áreas del campamento, patio de máquinas, planta de chancado y canteras.

Instrumentos de Primeros Auxilios

Se considera que se debe tener disponibles los medicamentos para poder brindar los primeros auxilios en caso que se presente algún accidente, camillas, vendajes. Estos instrumentos deben estar en las diversas instalaciones provisionales que se acondicionen para el proyecto.

Implementos y Medios de Protección Personal

La empresa contratista deberá entregar a cada obrero implementos y medios de protección personal, la cual deberán cumplir con las condiciones mínimas de calidad, es decir, resistencia, durabilidad, comodidad y otra.

4.11.8.2.2. Medidas de contingencias por ocurrencia de derrumbes

La zona de influencia del proyecto se caracteriza por la alta frecuencia de lluvias, por ello existen riesgos de derrumbes en algunos tramos de la construcción de la carretera

Para prevenir, se deberá instruir al personal de obra sobre la identificación de las zonas vulnerables, información sobre posibles rutas de escape ante eventualidad de estos fenómenos. Se debe señalar respectivamente estos lugares, siendo esta de preferencia de carácter visual, basándose en carteles con símbolos alusivos como una de las alternativas.

4.11.8.3. Programa de información y participación ciudadana

Como parte del proyecto, se llevarán a cabo actividades dedicadas a fomentar la participación de la población en la problemática ambiental y la aceptación del proyecto por parte de la población.

Con este programa se debe buscar además que los trabajadores que intervengan en el proyecto desarrollen hábitos de preservación del medio ambiente, demostrándoles que un manejo ambiental adecuado beneficiará la salud, el ambiente y la propiedad.

4.11.8.4. Labores de capacitación

Al personal del proyecto

El constructor planificará, organizará y conducirá talleres y charlas de capacitación al inicio y durante las actividades del proyecto dirigido a todo el personal de obra. Serán asistidos por los supervisores que enseñarán el funcionamiento y uso correcto de equipos y maquinarias, con énfasis en los procedimientos, riesgos y normas de seguridad para cada actividad.

A la población

La empresa a cargo del proyecto pondrá en marcha paralelamente al proyecto un programa de Educación para la población, el mismo que se detalla en la sección del Plan de Manejo Ambiental.

4.11.8.5. Programa de prevención de accidentes y protección al medio ambiente

El Programa tiene como objetivo principal la eliminación o reducción de los riesgos evitables relacionados con las operaciones que pudieran resultar en accidentes personales, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad y al medio ambiente.

Reuniones de seguridad

Las reuniones de seguridad son métodos probados para promover la prevención de accidentes y la seguridad personal. Las reuniones de seguridad tienen tres objetivos principales:

Proveer un medio abierto para la discusión de todas las inquietudes relacionadas con la prevención de accidentes y la seguridad personal que resulte en la participación activa de cada empleado.

Identificar planes de acción y determinar responsabilidades para la corrección de riesgos identificados.

Proveer capacitación relacionada con los métodos usados para la prevención de accidentes y la seguridad personal.

Capacitación y entrenamiento

Un trabajador competente se define como "calificado, adecuadamente entrenado y con suficiente experiencia para realizar un trabajo en forma segura". El ejecutor deberá proveer capacitación y entrenamiento apropiado, relacionados con la prevención de accidentes y protección al medio ambiente para que

cada uno de sus empleados pueda realizar en forma segura las tareas de trabajo asignadas.

Análisis seguro de trabajo

Diariamente y previo inicio de las actividades se elaborará el Análisis Seguro del Trabajo cuyo objetivo es pensar antes de actuar utilizando como técnica preventiva la de identificar, evaluar y controlar. La elaboración de la presente herramienta estará liderada por la supervisión participando todo el personal responsable de la ejecución de la tarea.

Inspecciones periódicas de Seguridad

La Dirección de Obra y el personal del departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente realizarán inspecciones en las distintas áreas de trabajo. El alcance, el método y la responsabilidad de dichos inspecciones responderán al procedimiento específico elaborado para tal fin. Los desvíos, correcciones, plazos y responsable de la ejecución.

En caso que se encuentren situaciones de alto potencial que pudiesen causar pérdida de vidas o daños al medio ambiente, es potestad de la Dirección de Obra y el personal de departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente detener los trabajos hasta que esta situación se corrija.

4.11.8.6. Programa de abandono y cierre

Se debe tener en cuenta que en un plan de cierre, toda obra o área intervenida por el proyecto debe ser restaurada, como una forma de evitar cual impacto negativo después de concluida la vida útil del proyecto.

Un plan de cierre contempla una restauración ecológica, morfológica y biológica de los recursos naturales afectados, tratando de devolverle la forma que tenía la zona antes de iniciarse

el proyecto, o en todo caso mejorarla; una vez concluida la vida útil del proyecto.

El objetivo de este plan es proteger el ambiente frente a los posibles impactos que pudieran presentarse cuando se concluya la construcción de la carretera, cuando haya cumplido su vida útil o cuando la empresa de prestación de servicios decida cerrar las operaciones. Asimismo, restablecer como mínimo a las condiciones iniciales las áreas ocupadas por el proyecto.

Por lo tanto, el cierre y desmantelamiento de las instalaciones deberá realizarse, en lo posible, sin afectar al medio ambiente de las áreas de servidumbre e influencia de su recorrido y sobre todo una vez finalizada esta fase dejar el ambiente natural sin alteraciones notables y en lo posible como estaban momentos antes de iniciadas las obras de instalación.

Obligaciones en el plan de cierre

Informar oportunamente a las autoridades y poblaciones ubicadas en el área de influencia sobre el cierre de operaciones, y sobre las consecuencias positivas o negativas que ello acarreará.

Desmantelar ordenadamente los componentes diversos de las instalaciones, pudiendo efectuar la venta para diversos usos y transferencia de equipo, locales y la liquidación final, cumpliendo con las disposiciones legales.

Medidas de restauración

Los trabajos para la protección y restauración comprenden:

Los escombros originados en la demolición deberán ser retirados totalmente y acondicionados para su posterior enterramiento en un relleno sanitario. De no ser posible, el traslado por estar ubicado en zonas inaccesibles este deberá ser adecuadamente enterrado en el mismo lugar.

Los vacíos creados por el retiro de los materiales demolidos deberán ser sustituidos con material de préstamo con tierras aptas para actividades agrícolas o forestales según sea el caso.

Bloqueo y anulación de las vías de acceso. Si las vías de acceso no tuvieran uso por las comunidades, se tendrá que bloquear y anular para su posterior recuperación con actividades de reforestación.

Reforestación; una vez finalizada las obras se procederán las medidas restauradoras propuestas.

4.11.9. Plan de acción preventivo – correctivo

En este Plan se define las precauciones o medidas a tomar en cuenta para evitar daños innecesarios, derivados de la falta de cuidado o de una planificación deficiente de las operaciones a realizar durante las fases de ejecución del proyecto:

4.11.9.1. En el medio físico

4.11.9.1.1. Calidad del aire

Control y Prevención de la emisión de polvo y material particulado:

Esta contaminación se deriva fundamentalmente de la generación de partículas minerales (polvo) procedentes del movimiento de tierras (excavación, zarandeo, carga, transporte, descarga, exposición de tierra y agregados al efecto del viento) y del hollín procedente de la combustión de motores y tránsito de maquinaria pesada durante la construcción de la obra. Las medidas destinadas a evitar o disminuir el aumento de la concentración de polvo en el aire durante esta etapa del proyecto son:

- Riego con agua en todas las superficies de trabajo: recepción y traslado de agregados, depósito de material excedente, etc. De modo que estas áreas mantengan el grado de humedad

necesario para evitar en lo posible el levantamiento de polvo. Dichos riegos se realizarán de manera constante con un camión cisterna, con periodicidad diaria o Inter diaria.

- El transporte de materiales de o hacia la obra deberá realizarse con la precaución de humedecer dichos materiales y cubrirlos con toldo húmedo.

- Utilizar maquinaria en buen estado de mantenimiento, a fin de minimizar la emisión de hollín y gases de combustión.

Control y Prevención de ruidos molestos:

Las tareas que produzcan altos niveles de ruidos, como el movimiento de camiones, concreto elaborado, suelos de excavaciones, materiales, insumos y equipos; y los ruidos producidos por la máquina de excavaciones (retroexcavadora), motoniveladora, pala mecánica y la máquina compactadora en la zona de obra, ya sea por la elevada emisión de la fuente o suma de efectos de diversas fuentes, deberán estar planeadas adecuadamente para mitigar la emisión total lo máximo posible, de acuerdo al cronograma de la obra.

Las vibraciones de los equipos y maquinarias pesadas y la contaminación sonora por el ruido de los mismos, durante su operación, pueden producir molestias a los operarios y pobladores locales, como por ejemplo durante la demolición de estructuras existentes, excavaciones, compactación del terreno y/o durante la construcción y montaje de la infraestructura (edificios, oficinas, locales, y obras complementarias. Por lo tanto, se deberá minimizar al máximo la generación de ruidos y vibraciones de estos equipos, controlando los motores y el estado de los silenciadores.

Así mismo, elaborar una adecuada programación de las actividades de construcción, con la finalidad de evitar el uso

simultáneo de varias maquinarias que emitan ruido. De ser posible, escalonar su uso, previniendo la ocurrencia de momentos de alta intensidad de ruido que puedan afectar la salud.

Utilizar maquinaria en buen estado de mantenimiento, a fin de minimizar ruidos y vibraciones excesivas.

4.11.9.1.2. Calidad del agua

Debe asegurarse un adecuado control de los vertimientos de efluentes generados por las actividades de mantenimiento y limpieza principalmente (no verterlos en la zona de obra).

Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento (cambio de aceite, lavado de maquinaria y recarga de combustible), impidiendo que se realice en las zonas de circulación de personal y áreas próximas a ésta. Dichas labores se realizarán sólo en el área seleccionada y asignada para tal fin: el patio de maquinarias.

4.11.9.1.3. Calidad del paisaje

Aunque el área a ser ocupada por las instalaciones provisionales sea pequeña, se evitará en lo posible la remoción de la cobertura vegetal en los alrededores del terreno indicado, así como los movimientos de tierra excesivos.

Para la disposición de excretas, se deberá disponer de un lugar provisional sanitariamente aparente, que serán clausurados oportunamente.

Deberán instalarse sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites; asimismo los residuos de aceites y lubricantes se deberán retener en recipientes herméticos y disponerse en sitios adecuados de almacenamiento, con miras a su posterior

eliminación en un relleno autorizado por la autoridad competente.

Una vez retirada la maquinaria de obra, se procederá al reacondicionamiento del área ocupada por el patio de maquinarias, en el que se incluye la remoción y eliminación de los suelos contaminados con residuos de combustible y lubricantes.

Finalizados los trabajos de construcción, las instalaciones de obra deberán ser desmanteladas y dispuestas adecuadamente en el botadero (depósito de material excedente fuera de obra autorizado por la autoridad municipal correspondiente). El desmontaje de las actividades de obra incluye también la demolición de pisos de concreto y pozas (de haberse construido) y el transporte para su eliminación en el botadero.

El depósito de material excedente (botadero) no debe estar ubicado en zonas inestables, terrenos agrícolas o áreas de importancia ambiental, no debe ocupar cause de ríos ni la franja comprendida a 30 metros a cada lado de la orilla de éstos, ni tampoco estará permitido ubicarlo en medias laderas, zonas de fallas geológicas o en zonas donde la capacidad portante no permita su colocación.

Una vez colocados los materiales excedentes en el botadero, deberán ser compactados, sobre capas de un espesor adecuado, sobre la cual se aplicará de preferencia vegetación de la zona (área verde).

4.11.9.2. En el medio biológico

Se tendrán en cuenta las medidas mencionadas anteriormente referidas tanto a la reposición de áreas verdes en el emplazamiento directo del proyecto como a la ubicación y tratamiento del depósito de material excedente de la obra (botadero).

4.11.9.3. En el medio socioeconómico

4.11.9.3.1. Calidad de vida

Para evitar molestias con los vecinos, debido a las distintas operaciones realizadas en la etapa de construcción del proyecto, se debe comunicar a los vecinos y propietarios de terrenos cercanos a la obra información acerca del proyecto. Se debe explicar de forma clara y concisa los posibles impactos o molestias que originaría la obra de construcción, especificando cuales son las medidas que serán adoptadas para prevenir, mitigar o corregir los efectos en el ambiente y entorno socioeconómico.

Se normará estrictamente el comportamiento del personal de obra dentro y fuera de la misma, a fin de no perjudicar a terceros y sus propiedades.

Se deberán organizar charlas a fin de dar a conocer al personal de obra la obligación de conservar el medio ambiente en la zona de trabajos y zonas urbanas aledañas.

4.11.9.3.2. Seguridad

Dentro de las instalaciones provisionales se deberá contar con equipos de extinción de incendios y material de primeros auxilios, a fin de atender emergencias de salud del personal de obra.

Se debe realizar la señalización de zanjas, zonas peligrosas, cables de alta tensión, etc., así como cumplir las normas de seguridad de obra especificadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

Se deberá suministrar al personal de obra el correspondiente equipo de protección personal de acuerdo con el trabajo a realizar: arneses para alturas, lentes y guantes de protección

para trabajos diversos, botas de seguridad en todos los casos, mascarillas de polvo y gases para trabajos con estos materiales, etc.

4.11.9.3.3. Salud

El agua para consumo humano deberá ser potable.

El lugar de trabajo deberá estar provisto de los servicios básicos de saneamiento para el personal.

Se debe verificar el cálculo de la demanda de servicios de agua potable y energía eléctrica de la zona, y de ser necesario, solicitar conexiones específicas para la obra a las empresas pertinentes.

4.11.10. Mitigación de impactos ambientales

Las medidas de mitigación ambiental constituyen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un Proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

En base a la evaluación efectuada, las medidas que se analizan a continuación implican acciones tendientes fundamentalmente a controlar las situaciones indeseadas que se producen durante la construcción y operación de las obras.

- Incorporar a la construcción y operación todos los aspectos normativos, reglamentarios y procesales establecidos por la legislación vigente, en las distintas escalas, relativos a la protección del ambiente; a la autorización y coordinación de cruces e interrupciones con diversos elementos de infraestructura; al establecimiento de obradores; etc.

- Proveer capacitación de los niveles con capacidad ejecutiva de organismos públicos y privados y de empresarios en los aspectos específicamente ambientales.
- Elaborar un programa de actividades constructivas y de coordinación que minimice los efectos ambientales indeseados. Esto resulta particularmente relevante en relación con la planificación de obradores, secuencias constructivas, técnicas de excavación y construcción, conexión con cañerías existentes, etc.
- Planificar una adecuada información y capacitación del personal sobre los problemas ambientales esperados, la implementación y control de medidas de protección ambiental y las normativas y reglamentaciones ambientales aplicables a las actividades y sitios de construcción.
- Planificar la necesidad de asignar responsabilidades específicas al personal en relación con la implementación, operación, monitoreo y control de las medidas de mitigación.
- Planificar una eficiente y apropiada implementación de mecanismos de comunicación social que permita establecer un contacto efectivo con todas las partes afectadas o interesadas respecto de los planes y acciones a desarrollar durante la construcción y operación del Proyecto.
- Elaborar planes de contingencia para situaciones de emergencia (por ejemplo, derrames de combustible y aceite de maquinaria durante la construcción, etc.) que puedan ocurrir y tener consecuencias ambientales significativas.
- Planificar los mecanismos a instrumentar para la coordinación y consenso de los programas de mitigación con los organismos públicos competentes.

- Restauración de áreas verdes, áreas de botaderos de materiales con la finalidad de restaurar la calidad visual del paisaje.

El plan de manejo ambiental utiliza como instrumentos de su estrategia, aquellas acciones que permiten el cumplimiento de los objetivos. Estas son:

- Plan de acción preventivo – correctivo
- Programa de monitoreo ambiental
- Plan de contingencias

4.12. Estudio de señalización

En el proyecto se ha previsto la ejecución de los siguientes trabajos de señalización:

Incorporación de señales verticales nuevas en la totalidad del tramo informando lugares estratégicos como, zonas de derrumbes, lugares de badenes, etc. pues si la carretera cuenta con un tránsito pesado con gran volumen de camiones de carga, es necesario garantizar la viabilidad con una señalización adecuada y elementos de seguridad suficiente

El desarrollo de la carretera atraviesa por varios caseríos como San Juan San Francisco y Tunal. En estos casos se ha previsto el empleo de señales preventivas del tipo:

(P-2A) Señal de curva a la derecha,

(P- 2B) Señal de curva a la izquierda

Estas se utilizarán para indicar la presencia de curvas cuyos radios varían entre 40 y 300 metros con ángulos de deflexión menores de 45°, y para aquellas otras, cuyo radio fluctúan entre 80 y 300 metros con ángulos de deflexión mayores de 45°.

(P- 34) SEÑAL BADEN

Se utiliza para advertir al conductor de la proximidad de un badén

(P-4B) Señal de curva y contra curva a la derecha

(P-4B) Señal de curva y contra curva a la izquierda.

Se utilizarán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 metros y superiores a 800 metros, separados por una tangente menor de 60 metros.

(P-5-2A) señal de curva de vuelta a la derecha

(P-5-2B) señal de curva de vuelta a la izquierda

Se emplearán para prevenir la presencia de curvas cuyas características geométricas la hacen sumamente pronunciadas.

4.12.1. Postes delineadores

Son demarcados que delinear los bordes del camino y se consideran como guías, mas no como advertencia de peligro. En el proyecto se han utilizado principalmente en el lado extremo de las curvas, para precisar con claridad al conductor los límites de la calzada.

Cimentación de los Postes

Las Señales Informativas tendrán una cimentación de concreto $f'c = 140 \text{ Kg./cm}^2$ y las dimensiones serán de acuerdo a lo indicado en los planos.

En las progresivas Km 2+080, 2+450, 3+610, 4+130; existen cruces a nivel con quebradas donde se han proyectado badenes. El proyecto considera colocar señales preventivas del tipo P-34 (badenes) antes y después para advertir a los usuarios de la vía sobre la presencia de estas estructuras.

El proyecto considera una sección transversal uniforme por lo que no es necesario incluir señales preventivas del tipo P-17 (reducción y/o variación de ancho de calzada).

Dada la peligrosidad de la ruta, se ha contemplado la inclusión de postes delineadores con láminas reflectivas para una mejor visualización de la vía, generalmente durante la noche.

La importancia primordial de este proyecto se centra en la conservación del ecosistema, educando a los usuarios con señales informativos del tipo SI-6 (conservemos la naturaleza) para el arrojo de los desechos.

Ubicación de señales preventivas y de información general reglamentarias y de información general con relación al borde la vía, la altura mínima en zona rural es de 1.50 m y en zona urbana 2.00m

4.13. Especificaciones técnicas

Las presentes Especificaciones Técnicas se ajustarán a la parte constructiva y con carácter general y donde sus términos no lo precisen será el Ingeniero Residente de Obra quién tendrá la decisión en las respectivas especificaciones.

Los materiales a emplearse en obra serán de buena calidad y antes de registrar su ingreso a obra deberán ser verificados cuidadosamente por el Ingeniero Supervisor de Obra.

El equipo mecánico a emplearse será el adecuado y en buen estado de operatividad.

4.14. Metrados

Los metrados del proyecto se han resumido y son los siguientes:

Cuadro N° 53: Resumen de metrados de obras preliminares

PARTIDA	PARTIDA	UBICACIÓN	N° VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	UNIDAD	TOTAL
01.01	Cartel de obra de 2.40 x 1.20 m					Und.	1.00
01.02	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias					Gbl	1.00
01.03	Limpieza y desbroce en zonas boscosas					ha	10.88
	Zonas boscosas	KM 0+400 - 1+300	1	900	30	ha	2.70
	Zonas boscosas	KM 1+480 - 1+560	1	80	30	ha	0.24
	Zonas boscosas	KM 1+720 - 2+340	1	620	30	ha	1.86
	Zonas boscosas	KM 2+380 - 3+260	1	880	30	ha	2.64
	Zonas boscosas	KM 3+860 - 4+660	1	800	30	ha	2.40
	Zonas boscosas	Tramo anexo	1	346	30	ha	1.04
01.04	Limpieza y desbroce en zonas no boscosas						14.87
	Pocos bosques	KM 0+000 - 0+400	1	400	30	ha	1.20
	Pocos bosques	KM 1+300 - 1+480	1	180	30	ha	0.54
	Pocos bosques	KM 1+560 - 1+720	1	160	30	ha	0.48
	Pocos bosques	KM 2+340 - 2+380	1	40	30	ha	0.12
	Pocos bosques	KM 3+260 - 3+860	1	600	30	ha	1.80
	Pocos bosques	KM 4+660 - 8+238	1	3578	30	ha	10.73
01.05	Trazo y replanteo					km	8.59

Cuadro N° 54: Resumen de metrados de explanaciones

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
2.01	Corte de Material Suelto	m3	255,195.23	255,195.23

Cuadro N° 55: Resumen de metrados de terraplen

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
02.02	Relleno con Material Propio	m3	29,973.80	29,973.80

Cuadro N° 56: Resumen de metrados de pavimentos

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
2.03	Perf. y Compact. Subrasante	m2	53220.8	53,220.80
3.01	Extraccion y Apilamiento de Material de Cantera	m3	13,305.20	13,305.20
3.02	Zarandeado en cantera de Material de Afirmado	m3	13,305.20	13,305.20
3.03	Extendido,riego y compactacion de plataforma E=0.20 M	m2	55,438.33	55,438.33

Cuadro N° 57: Resumen de metrados de transportes

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO
04.01.00	TRANSPORTE DE EXPLANACIONES		
04.01.01	TRANSPORTE DE MATERIAL ELIMINADO A BOTADERO DISTANCIA HASTA 1 KM	M3K	31,775.61
04.01.02	TRANSPORTE DE MATERIAL ELIMINADO A BOTADERO DISTANCIA > 1 KM	M3K	728.61
04.02.00	TRANSPORTE DE AFIRMADO		
04.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1KM	M3K	13,133.52
04.02.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM	M3K	95,109.32

Cuadro N° 58: Resumen de metrados de alcantarillas

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
05.01.01	Trazo y Replanteo Estructuras/M2	m2	139.20	139.20
05.01.02	Excavación no Clasificada P/Estructuras	m3	190.79	190.79
05.01.03	Cama de Apoyo con Material de Afirmado	m3	12.20	12.20
05.01.04	Relleno con Material Propio Seleccionado	m3	168.03	168.03
05.01.05	Eliminación de Material Excedente Manual, D=30 M	m3	60.92	60.92
05.01.06	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	33.71	33.71
05.01.07	Acero F'y = 4200 Kg/cm2 (Kg)	kg	3169.32	3169.32
05.01.08	Encofrado y Desencofrado	m2	228.79	228.79
05.01.09	Emboquillado en salida de alcantarilla	m2	78.54	78.54
05.01.10	Alcantarilla HDPE D=400mm	m	23.10	23.10
05.01.11	Alcantarilla HDPE D=800mm	m	58.45	58.45

Cuadro N° 59: Resumen de metrados de badenes

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	Resumen: Badenes -Salida Normal	TOTAL
05.02.01	Trazo, Niveles y Replanteo Preliminar con Vallas Ais	m2	792.40	792.40
05.02.02	Excavación Manual en Material no Clasificado	m3	257.44	257.44
05.02.03	Cama de Apoyo con Material de Afirmado	m3	68.42	68.42
05.02.04	Eliminación de Material Excedente, Manual D=30 m.	m3	308.93	308.93
05.02.05	Concreto f'c 175 Kg/cm2	m3	257.44	257.44
05.02.06	Encofrado y Desencofrado Badenes	m2	97.32	97.32
05.02.07	Sellado de Juntas con Asfalto para Badenes	m	158.00	158.00

Cuadro N° 60: Resumen de metrados de muros de contención

PARTIDA	DESCRIPCION	Und.	Total
	TRABAJOS PRELIMINARES		
05.04.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	M2	1,763.65
	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
05.04.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	2,193.19
05.04.03	RELLENO Y COMPACTADO DE AFIRMADO C/EQUIPO PESADO, e=0.20 m	M2	27,710.34
05.04.04	RELLENO CON FILTRO DE GRAVA DE 3/4" - 1/2"	M3	8.35
05.04.05	COMPACTACION DE FONDO DE CIMIENTOS	M2	1,763.65
05.04.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	2,621.81
	CONCRETO SIMPLE		
05.04.07	SOLADO E=10CM	M2	1,763.65
	CONCRETO ARMADO		
	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA MUROS		
05.04.08	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA MUROS H<5m	M3	807.17
05.04.09	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA MUROS H>5m	M3	151.67
05.04.10	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	M3	1,045.25
05.04.11	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	KG	176,863.96
05.04.12	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	5,165.73
	VARIOS		
05.04.13	ADHESIVO PARA CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO	M2	98.40
05.04.14	JUNTAS DE DILATACIÓN MUROS DE CONTENCIÓN	M	286.90
05.04.15	LLORADORES TUBOS PVC SAP Ø=3" EN MUROS DE CONTENCIÓN	UND	637.00

Cuadro N° 61: Resumen de metrados de señalización

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
06.01	: Postes Kilométricos	Und.	9.00	9.00
06.02	: Señales Preventivas 0.60 x 0.60	Und.	19.00	19.00
06.03	: Señales Reglamentarias 0.45 x 0.60	Und.	19.00	19.00
06.04	: Señales Informativas 0.30 x 0.90	Und.	19.00	19.00

Cuadro N° 62: Resumen de metrados de mitigación ambiental

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
07.01.00	: Acondicionamiento de depositos de Material Excedente	m3	3,840.00	3,840.00
07.02.00	: Restauración de cantera	m ²	2,100.00	2,100.00
07.03.00	: Revegetalización	ha	1.03	1.03
07.04.00	: Restauración de Area Afectada por Campamento	m ²	300.00	300.00
07.05.00	: Restauración de patio de maquinas	m ²	900.00	900.00

4.15. Costo del proyecto

4.15.1. Presupuesto

4.15.1.1. Bases de cálculo

Cuadro N° 63: Distancia media de transporte de agua

FUENTE DE AGUA			ÁREA DE INFLUENCIA			C.G. (km)	MOMENTO (m-km)
NOMBRE	UBICACIÓN (km)	ACCESO (km)	INICIO (km)	FINAL (km)	LONGITUD (m)		
S/N	0+386.00	0.010	0+000.00	0+386.00	386.00	0.20	78.36
			0+386.00	1+951.00	1,565.00	0.79	1,241.05
S/N	1+951.00	0.010	1+951.00	4+746.00	2,795.00	1.41	3,935.36
BOTIJAS	4+746.00	0.010	4+746.00	8+238.00	3,492.00	1.76	6,131.95
TRAMO ANEXO							
S/N	0+000.00	0.574	0+000.00	0+346.00	346.00	0.75	258.46
					8,584.00		11,645.18
					Dist. Media (km):		1.36

Cuadro N° 64: Distancia media de transporte de agregados

PLANTA CHANCADORA			ÁREA DE INFLUENCIA			C.G. (km)	MOMENTO (m-km)
NOMBRE	UBICACIÓN (km)	ACCESO (km)	INICIO (km)	FINAL (km)	LONGITUD (m)		
CANTERA OCAÑA	0+000.00	16.000	0+000.00	8+238.00	8,238.00	20.12	165,740.32
TRAMO ANEXO							
CANTERA OCAÑA	0+000.00	18.525	0+000.00	0+346.00	346.00	18.70	6,469.51
					8,584.00		172,209.83
Dist.Medias (km):							20.06

Cuadro N° 65: Distancia media de transporte de afirmado

CANTERA			ÁREA DE INFLUENCIA			C.G. (km)	MOMENTO (m-km)
NOMBRE	UBICACIÓN (km)	ACCESO (km)	INICIO (km)	FINAL (km)	LONGITUD (m)		
SAN JUAN	0+000.00	4.300	0+000.00	8+238.00	8,238.00	8.42	69,355.72
TRAMO ANEXO							
SAN JUAN	0+000.00	6.825	0+000.00	0+346.00	346.00	7.00	2,421.31
					8,584.00		71,777.03
Dist.Medias (km):							8.36

Cuadro N° 66: Rendimiento de transportes

BASES DE CÁLCULO	UNIDAD	TRANSPORTE DE AFIRMADO		TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROS		TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	TRANSPORTE DE AFIRMADO	TRANSPORTE DE AGUA
		D<=1km	D>1km	D<=1km	D>1km			
Distancia media ponderada	km	1.00	1.00	1.00	1.00	20.06	8.36	1.36
Velocidad cargado	km/h	25.00	30.00	25.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Velocidad descargado	km/h	30.00	35.00	30.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Tiempo de carga	min	7.20		7.20		7.20	7.20	10.00
Tiempo de descarga	min	2.00		2.00		2.00	2.00	25.00
Tiempo de recorrido cargado	min	2.40	2.00	2.40	2.00	40.12	16.72	2.71
Tiempo de recorrido descargado	min	2.00	1.71	2.00	1.71	34.39	14.33	2.33
Ciclo	min	13.60	3.71	13.60	3.71	83.71	40.26	40.04
Tiempo trabajado	min/día	480	480	480	480	480	480	480
Eficiencia	%	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Tiempo útil trabajado	min/día	432	432	432	432	432	432	432
Volumen del volquete	m3	15	15	15	15	15	15	
Volumen del camión cisterna	gln							2000
Número de viajes al día	unidad	32	116	32	116	5	11	11
Volumen transportado por día	m3	480	1740	480	1740	75	165	83
Esponjamiento		1.20	1.20	1.30	1.30	1.20	1.20	
Rendimiento (m3/día)	m3/día	400	1450	369	1338	63	138	83

Cuadro N° 67: Cálculo de flete a la ciudad de Chamaya

CÁLCULO DE FLETE A LA CIUDAD DE CHAMAYA

El cálculo del flete se basa en lo establecido en el D.S. N° 033-2006-MTC del 30.09.06 y el D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06 que establecen costos del servicio de transporte de bienes en el ámbito local y por carretera para diversas rutas y distancias virtuales establecidas previamente.

TIPO TRANSPORTE : NORMAL

RUTA : LIMA - CHICLAYO - OLMOS - CHAMAYA

ORIGEN	DESTINO	D.V. (kmv)	S/. X TM	FRV (*)	S/. X TM	REAJUSTE K1	SUBTOTAL S/. X TM
Lima	Chamaya	1,242.41	205.17	1.00	205.17		
		1,242.41	205.17		205.17	1.261	258.69

TIPO TRANSPORTE : NORMAL

RUTA : CHICLAYO - OLMOS - CHAMAYA

ORIGEN	DESTINO	D.V. (kmv)	S/. X TM	FRV (*)	S/. X TM	REAJUSTE K1	SUBTOTAL S/. X TM
Chiclayo	Chamaya	478.62	79.04	1.00	79.04		
		478.62	79.04		79.04	1.261	99.66

FACTOR DE REAJUSTE (K1)

$$K \text{ actual} = \frac{(32) \text{ AGOSTO } 2017}{(32) \text{ DIC. } 2005} = \frac{468.41}{371.50} = 1.261$$

Nota:

(*) FRV : Factor de Retorno al Vacío igual a 1 para transporte normal y a 1.4 para transporte especial (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Transporte Especial : Se denomina al transporte usando contenedores, cargas peligrosas, cargas líquidas (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Factor de Reajuste (k) (De acuerdo al D.S. N° 011-79-VC del 02.03.79 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.)

Cuadro N° 68: Cálculo de flete de Chamaya a obra

CÁLCULO DE FLETE DE CHAMAYA A OBRA

Considerando las limitaciones de aplicación del D.S. N° 033-2066-MTC del 29.09.06, el cálculo del flete a obra se basa en lo establecido en el D.S. N° 049-2002-MTC del 19.12.02 (costo) y en la Tarifas de carga del MTC - 1991 (Distancia Virtual)

CÁLCULO DE LA DISTANCIA VIRTUAL

El cálculo de la distancia virtual se basa en el método de TARIFAS DE CARGA DEL MTC - 1991, publicadas por el MTC.

LUGAR DE ORIGEN : CHAMAYA

LUGAR DE DESTINO : C.G. OBRA

VIA : CHAMAYA - PERICO - SAN IGNACIO - C.G. DE OBRA

INICIO	FINAL	REGION	ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO CARRETERA	DISTANCIA (km)	F.C.	D.V. (kmv)
Chamaya	Perico	SELVA	400 -1000	Asfaltada	73.84	1.20	88.61
Perico	San Ignacio	SELVA	500 -1500	Asfaltada	51.61	1.20	61.93
San Ignacio	Marizagua	SELVA	1000 - 1600	Asfaltada	5.20	1.20	6.24
Marizagua	Inicio de obra	SELVA	1600 - 2000	Sin afirmar	11.10	2.90	32.19
D.V. AL C.G.						(kmv)	188.97

CÁLCULO DE FLETE

El cálculo del flete se basa en el anexo III "Costos km/virtual para transporte de carga en camión por Carretera"

- Módulo 0 a 500 km virtuales, para la distancia anteriormente determinada, considerando un FRV (Factor de Retorno al vacío) para distancias mayores a 200km.

TIPO DE TRANSPORTE	CARGA UTIL (Ton)	D.V. (kmv)	COSTO SEGÚN MÓDULO (S/.)	FRV (*)	COSTO ACT. (S/. TM)	REAJUSTE K2	SUBTOTAL (S/. TM)
Normal	30	188.97	1,111.48		37.05	1.472	54.53

FACTOR DE REAJUSTE (K2)

$$K \text{ actual} = \frac{(32) \text{ AGOSTO } 2017}{(32) \text{ NOV. } 2002} = \frac{468.41}{318.23} = 1.472$$

Nota:

(*) FRV : Factor de Retorno al Vacío igual a 1 para transporte normal y a 1.4 para transporte especial (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Transporte Especial : Se denomina al transporte usando contenedores, cargas peligrosas, cargas líquidas (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Factor de Reajuste (k) (De acuerdo al D.S. N° 011-79-VC del 02.03.79 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.)

Cuadro N° 69: Cálculo de flete de San Ignacio a obra

CÁLCULO DE FLETE DE SAN IGNACIO A OBRA

Considerando las limitaciones de aplicación del D.S. N° 033-2066-MTC del 29.09.06, el cálculo del flete a obra se basa en lo establecido en el D.S. N° 049-2002-MTC del 19.12.02 (costo) y en la Tarifas de carga del MTC - 1991 (Distancia Virtual)

CALCULO DE LA DISTANCIA VIRTUAL

El cálculo de la distancia virtual se basa en el método de TARIFAS DE CARGA DEL MTC - 1991, publicadas por el MTC.

LUGAR DE ORIGEN : SAN IGNACIO

LUGAR DE DESTINO : C.G. OBRA

VIA : SAN IGNACIO - C.G. DE OBRA

INICIO	FINAL	REGION	ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO CARRETERA	DISTANCIA (km)	F.C.	D.V. (kmv)
San Ignacio	Marizagua	SELVA	1000 - 1600	Asfaltada	5.20	1.20	6.24
Marizagua	Inicio de obra	SELVA	1600 - 2000	Sin afirmar	11.10	2.90	32.19
D.V. AL C.G. (kmv)							38.43

CALCULO DE FLETE

El cálculo del flete se basa en el anexo III "Costos km/virtual para transporte de carga en camión por Carretera"

- Módulo 0 a 500 km virtuales, para la distancia anteriormente determinada, considerando un FRV (Factor de Retorno al vacío) para distancias mayores a 200km.

TIPO DE TRANSPORTE	CARGA UTIL (Ton)	D.V. (kmv)	Norm N.S.	FRV N.S.	N.S./ TM	REAJUSTE K2	SUBTOTAL (N.S./TM)
Normal	10	38.43	246.90		24.69	1.472	36.34

FACTOR DE REAJUSTE (K2)

$$K \text{ actual} = \frac{(32) \text{ AGOSTO } 2017}{(32) \text{ NOV. } 2002} = \frac{468.41}{318.23} = 1.472$$

Nota:

(*) FRV : Factor de Retorno al Vacío igual a 1 para transporte normal y a 1.4 para transporte especial (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Transporte Especial : Se denomina al transporte usando contenedores, cargas peligrosas, cargas líquidas (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Factor de Reajuste (k) (De acuerdo al D.S. N° 011-79-VC del 02.03.79 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.)

Cuadro N° 70: Cálculo de flete total

COSTO DE FLETE

Lima a Obra	(S/. / kg)	0.31
Chiclayo a Obra	(S/. / kg)	0.15
San Ignacio a Obra	(S/. / kg)	0.04

DESCRIPCION	UND	PESO	PROCEDENCIA	CANTIDAD (unidades)	PESO TOTAL (kg)
		(kg/u)			
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	1.00	SAN IGNACIO	9,003.46	9,003.46
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	1.00	SAN IGNACIO	1,106.95	1,106.95
CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg	1.00	SAN IGNACIO	2.00	2.00
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	1.00	SAN IGNACIO	1,644.23	1,644.23
PERNO HEXAGONAL 1/4" X 21/2"	und	0.20	SAN IGNACIO	114.00	22.80
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg	1.00	SAN IGNACIO	189,138.07	189,138.07
ALCANTARILLA HDPE D=400mm	m	115.44	CHICLAYO	23.10	2,666.66
ALCANTARILLA HDPE D=800mm	m	461.82	CHICLAYO	58.45	26,993.38
ASFALTO RC-250	gln	5.00	SAN IGNACIO	56.31	281.55
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	42.50	SAN IGNACIO	21,905.30	930,975.25
YESO DE 28 Kg	BOL	28.00	SAN IGNACIO	52.00	1,456.00
FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM. ACABADO	m2	1.00	CHICLAYO	7.60	7.60
ANTISOL NORMALIZADO	gln	5.00	SAN IGNACIO	284.41	1,422.05
BANNER 2.40m x 3.60m	m2	1.50	SAN IGNACIO	8.64	12.96
MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2	2.12	SAN IGNACIO	29,223.18	61,953.14
ESTACA DE MADERA	p2	2.12	SAN IGNACIO	43.86	92.99
TRIPLAY DE 4x8x 4 mm	pln	6.00	SAN IGNACIO	3.00	18.00
PLATINA 2" X 1/8"	m	1.27	SAN IGNACIO	32.30	41.02
ANGULO 1" X 1" X 3/16"	m	1	SAN IGNACIO	140.60	178.56
THINER	gln	3.79	SAN IGNACIO	0.22	0.83
PINTURA ESMALTE	gln	4	SAN IGNACIO	7.93	30.05
TUBO FIERRO NEGRO D= 3"	m	5	SAN IGNACIO	199.50	997.50
TUBO PVC SAL 3"	m	2	SAN IGNACIO	216.58	370.35
PESO DE MATERIALES DE CHICLAYO (kg)					29,667.64
PESO DE MATERIALES DE SAN IGNACIO (kg)					1,198,747.78
COSTO FLETE DE MATERIALES DE CHICLAYO (S/.)					4,574.41
COSTO FLETE DE MATERIALES DE SAN IGNACIO (S/.)					43,562.49

Cuadro N° 71: Cálculo de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA

CUADRO DE JORNALES VIGENTES A JULIO DEL 2018

DESCRIPCION	CATEGORIA					
	OPERARIO	OFICIAL	PEON	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	OPERARIO ELECTRO MECANICO
REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.17 al 31.05.18)	64.30	52.00	46.50	64.30	64.30	64.30
BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.17 al 31.05.18)	20.58	15.60	13.95	20.58	20.58	20.58
BONIFICACIÓN POR ALTA ESPECIALIZACIÓN				5.14	6.43	9.65
OPERADOR EQUIPO MEDIANO 8.0 % RB						
OPERADOR EQUIPO PESADO 10.0 % RB						
OPERARIO ELECTROMECHANICO 15.0 % RB						
BONIFICACION POR ALTITUD (*)	-	-	-	-	-	-
LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB	-	-	-	-	-	-
LIQUIDACION 15.00%	9.65	7.80	6.98	9.65	9.65	9.65
DOMINICAL 17.30%	11.12	9.00	8.04	11.12	11.12	11.12
DIAS FERIADOS 3.87%	2.49	2.01	1.80	2.49	2.49	2.49
GRATIFICACION 26.61%	17.11	13.84	12.37	17.11	17.11	17.11
VACACIONES 11.34%	7.29	5.90	5.27	7.29	7.29	7.29
ESCOLARIDAD 29.94%	19.25	15.57	13.92	19.25	19.25	19.25
ESSALUD 9.00%	11.06	8.85	7.91	11.52	11.64	11.93
SCTR - PRESTACIONES ASISTENCIALES 1.10%	1.35	1.08	0.97	1.41	1.42	1.46
SCTR - PRESTACIONES ECONÓMICAS 1.24%	1.52	1.22	1.09	1.59	1.60	1.64
APORTE A JUBILACIÓN ANTICIPADA - AFP 1.00%	1.23	0.98	0.88	1.28	1.29	1.33
SEGURO DE VIDA	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD ACUMULADA	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
OVEROL (02 al año)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Total día de 8 horas	174.95	141.85	127.68	180.73	182.17	185.79
Costo Hora Hombre (HH) S/.	21.87	17.73	15.96	22.59	22.77	23.22

DESCRIPCION	Costo Hora Hombre (HH) S/.
AYUDANTE NIVELADOR = 100% PEON	15.96
AYUDANTE TOPOGRAFIA = 100% PEON	15.96
CAPATAZ A = 130% OPERARIO	28.43
CORTADOR = 100% OPERARIO	21.87
NIVELADOR = 100% OPERARIO	21.87
TECNICO CALDERERO = 100% OPERARIO ELECTROMECHANICO	23.22
TECNICO CONTROL DE CALIDAD = 130% OPERARIO	28.43
TECNICO SOLDADOR = 100% OPERARIO ELECTROMECHANICO	23.22
TOPOGRAFO = 130% OPERARIO	28.43

De acuerdo a R.M. N° 176-2014-TR

(*) No se ha considerado la bonificación por altitud, debido a que los trabajos se realizarán por debajo de los 3,000 msnm.

4.15.1.2. Gastos generales

ESPECIFICACION	PRESUPUESTO				
	UND	CANT	PU	PARCIAL	TOTAL
Servicios No personales					
Ingeniero Residente (Inc Liquidacion)	MES	6.50	8000.00	52,000.00	
Ingeniero Asistente de Obra	MES	6.00	5000.00	30,000.00	
Administrador de obra	MES	6.00	5000.00	30,000.00	
Ingeniero especialista en Seguridad y Medio Amb.	MES	6.00	3500.00	21,000.00	
Ingeniero especialista en Costos, Metrados y Pres.	MES	6.00	3500.00	21,000.00	
Ingeniero especialista en Control de Calidad	MES	6.00	3500.00	21,000.00	
Secretaria	MES	6.00	2000.00	12,000.00	
Especialista en Topografia	MES	6.00	3000.00	18,000.00	
Dibujante Autocad	MES	6.00	2500.00	15,000.00	
Maestro de obra	MES	6.00	4000.00	24,000.00	
Guardian	MES	6.00	2000.00	12,000.00	
Almacenero	MES	6.00	2000.00	12,000.00	268,000.00
Bienes de consumo					
Ploteos y Impresiones	MES	6.00	500.00	3,000.00	
Control de calidad	MES	6.00	2000.00	12,000.00	
Pasajes, viáticos personal directivo	MES	6.00	3500.00	21,000.00	
Bonificaciones y Beneficios Sociales Pers. Obra	MES	6.00	3000.00	18,000.00	
Implementos de seguridad	MES	6.00	3000.00	18,000.00	
Material de escritorio	MES	6.00	500.00	3,000.00	
Botiquín (medicinas en general)	MES	6.00	750.00	4,500.00	79,500.00
Otros servicios de terceros					
Gastos Notariales	GLB	1.00	1000.00	1,000.00	
Seguros de obra alto riesgo y otros	GLB	1.00	5000.00	5,000.00	
Gastos de Garantía fiel cumplimiento a contrato	GLB	1.00	4000.00	4,000.00	
Camioneta inc.operador	GLB	1.00	32000.00	32,000.00	
Laptop incluye impresora	GLB	1.00	5000.00	5,000.00	
Placa Recordatoria	GLB	1.00	1000.00	1,000.00	48,000.00
TOTAL GASTOS GENERALES				S/. 395,500.00	

4.15.1.1. Gastos de supervisión

DESCRIPCIÓN	COEF. PARTICIP	P.U.	MESES	SUB TOTAL
Ing. Supervisor de Obra (Inc Liquidacion)	1.00	8,000.00	6.50	52,000.00
Ing. Asistente de Supervision	1.00	5,000.00	6.00	30,000.00
Útiles y materiales de Oficina	1.00	900.00	6.00	5,400.00
Camioneta inc.operador	1.00	3,500.00	6.00	21,000.00
Control de calidad	1.00	GLB.		14,000.00
Copias, Reducciones e impresiones	1.00	GLB.		1,200.00
TOTAL SUPERVISIÓN DE OBRA				S/. 123,600.00

4.15.1.2. Resumen del presupuesto

	PARTIDAS	UND	METRADO	C.U.	PARCIAL
01 OBRAS PRELIMINARES					40 492.35
01.01	CARTEL DE OBRA DE 2.4m x 3.6m	UND	1.00	1 405.52	1 405.52
01.02	MOVILIZACION DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	11 947.47	11 947.47
01.03	LIMPIEZA Y DEFORESTACION EN ZONAS BOSCOSAS	HA	10.88	1 156.43	12 581.96
01.04	LIMPIEZA Y DEFORESTACION EN ZONAS NO BOSCOSAS	HA	14.87	286.44	4 259.36
01.05	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.59	1 198.84	10 298.04
02 MOVIMIENTO DE TIERRAS					1 403 085.61
02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	255,195.23	4.39	1 120 307.06
02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	29,973.80	6.54	196 028.65
02.03	PERFILADO NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN EN ZONA DE CORTE	m2	53,220.80	1.63	86 749.90
03 AFIRMADO					220 068.01
03.01	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA	m3	13,305.20	4.58	60 937.82
03.02	ZARANDEO ESTÁTICO EN CANTERA DE AFIRMADO	m3	13,305.20	5.00	66 526.00
03.03	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION DE PLATAFORMA E=0.20 M	m2	53,220.80	1.74	92 604.19
04 TRANSPORTES					971 820.78
04.01 TRANSPORTE DE EXPLANACIONES					755 028.35
04.01.01	TRANSPORTE DE MATERIAL ELIMINADO A BOTADERO DISTANCIA HASTA 1 KM	M3K	101,662.21	7.33	745 184.00
04.01.02	TRANSPORTE DE MATERIAL ELIMINADO A BOTADERO DISTANCIA > 1 KM	M3K	6,651.59	1.48	9 844.35
04.02 TRANSPORTE DE AFIRMADO					216 792.43
04.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM	M3K	11,927.22	6.88	82 059.27
04.02.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR > 1 KM	M3K	99,802.34	1.35	134 733.16
05 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					2 900 943.35
05.01 ALCANTARILLAS HDPE					123 368.88
05.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR CON VALLAS AISLADAS	m2	139.20	1.84	256.13
05.01.02	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL NO CLASIFICADO	m3	190.79	44.62	8 513.05
05.01.03	CAMA DE APOYO	m3	12.20	120.39	1 468.76
05.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	168.03	34.47	5 791.99
05.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D = 30 M.	m3	60.92	15.49	943.65
05.01.06	CONCRETO F'c=175 KG/CM2	m3	33.71	555.61	18 729.61
05.01.07	ACERO Fy = 4200 Kg/m²	kg	3,169.32	5.32	16 860.78
05.01.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLAS	m2	228.79	55.27	12 645.22
05.01.09	EMBOQUILLADO DE PIEDRA PARA SALIDA DE ALCANTARILLA	m2	78.54	65.36	5 133.37
05.01.10	ALCANTARILLA HDPE Ø=400mm	m	23.10	407.45	9 412.10
05.01.11	ALCANTARILLA HDPE Ø=800mm	m	58.45	746.18	43 614.22
05.02 BADENES					141 599.58
05.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR CON VALLAS AISLADAS	m2	641.90	1.84	1 181.10
05.02.02	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL NO CLASIFICADO	m3	210.36	44.62	9 386.26
05.02.03	CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE AFIRMADO	m3	54.66	89.30	4 881.14
05.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL D = 30 M.	m3	252.42	15.49	3 909.99
05.02.05	CONCRETO F'c=175 KG/CM2	m3	210.36	555.61	116 878.12
05.02.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BADENES	m2	84.42	53.47	4 513.94
05.02.07	SELLADO DE JUNTAS CON ASFALTO PARA BADENES	m	136.50	6.22	849.03
05.03 CUNETAS					10 562.76
05.03.01	CONFORMACIÓN DE CUNETA MATERIAL SUELTO	m	13,542.00	0.78	10 562.76
05.04 MUROS DE CONTENCION					2 567 776.09
05.04.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA ESTRUCTURAS	m2	1,763.65	2.48	4 373.85
05.04.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	2,193.19	22.38	49 083.59
05.04.03	RELLENO Y COMPACTADO DE AFIRMADO C/EQUIPO PESADO, e=0.20	m2	27,710.34	7.78	215 586.45
05.04.04	RELLENO CON FILTRO DE GRAVA	m3	8.35	113.69	949.31
05.04.05	COMPACTACION DE FONDOS DE CIMIENTOS	m2	1,763.65	5.31	9 364.98
05.04.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (D=0.5KM)	m3	2,621.00	8.53	22 357.13
05.04.07	SOLADO PARA MUROS E= 10 CM	m2	1,763.65	26.26	46 313.45
05.04.08	CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA MUROS H<=5m	m3	807.17	513.81	414 732.02
05.04.09	CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA MUROS H>5m	m3	151.67	620.94	94 177.97
05.04.10	CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	m3	1,045.25	451.36	471 784.04
05.04.11	ACERO Fy = 4200 Kg/m²	kg	176,863.96	5.32	940 916.27
05.04.12	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO DE CONTENCION	m2	5,189.71	55.27	286 835.27
05.04.13	ADHESIVO PARA CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO	m2	98.40	30.56	3 007.10
05.04.14	JUNTAS ASFALTICAS LONGITUDINAL	m	286.90	6.22	1 784.52
05.04.15	LLORADORES TUBO PVC D=3"	m	637.00	10.22	6 510.14
05.05 CURADO DE CONCRETO					9 499.14
05.05.01	CURADO DE CONCRETO CON ANTISOL NORMALIZADO	m2	5,688.11	1.67	9 499.14
05.06 FLETE					48 136.90
05.06.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	48 136.90	48 136.90

06 SEÑALIZACION					18 217.78
06.01	POSTES KILOMETRICOS	und	9.00	128.80	1 159.20
06.02	SEÑAL PREVENTIVA 0.60 X 0.60	und	19.00	315.17	5 988.23
06.03	SEÑAL REGLAMENTARIA DE 0.45 X 0.60	und	19.00	293.68	5 579.92
06.04	SEÑAL INFORMATIVA 0.30 X 0.90	und	19.00	288.97	5 490.43
07 MITIGACION AMBIENTAL					62 800.54
07.01 MITIGACION AMBIENTAL					34 666.54
07.01.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3,840.00	2.35	9 024.00
07.01.02	RESTAURACION DE CANTERAS	m2	2,100.00	1.40	2 940.00
07.01.03	REVEGETALIZACION	HA	1.03	2 427.71	2 500.54
07.01.04	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTO	m2	300.00	4.24	1 272.00
07.01.05	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR PATIO DE MAQUINAS	m2	900.00	3.35	3 015.00
07.01.06	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	glb	1.00	6 080.00	6 080.00
07.01.07	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	glb	1.00	4 800.00	4 800.00
07.01.08	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	glb	1.00	5 035.00	5 035.00
07.02 PLAN DE EDUCACION AMBIENTAL					28 134.00
07.02.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00	28 134.00	28 134.00
08 SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA					45 446.92
08.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	12 455.00	12 455.00
08.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	16 077.08	16 077.08
08.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	16 914.84	16 914.84
COSTO DIRECTO					5 662 875.34
GASTOS GENERALES (6.9841% CD)					395 500.88
UTILIDAD (5% CD)					283 143.77
SUB TOTAL					6 341 519.99
IMPUESTO (IGV 18%)					1 141 473.60
MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)					7 482 993.59
GASTOS DE SUPERVISION (1.6518% VR)					123 604.09
MONTO TOTAL DEL PROYECTO					7 606 597.68

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por contrata en Soles

4.15.2. Análisis de costos unitarios

4.15.2.1. Análisis de costos unitarios de partidas

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	P.U.	PARCIAL
01.01 CARTEL DE OBRA DE 2.4m x 3.6m						
	Rendimiento: 1 UND/DIA				Costo unitario directo por: UND	1405.52
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	2	16.0000	15.96	255.36
1004	OFICIAL	HH	1	8.0000	17.73	141.84
1005	OPERARIO	HH	1	8.0000	21.87	174.96
						572.16
	MATERIALES					
1211	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg		2.0000	4.50	9.00
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1.0000	25.50	25.50
1214	BANNER 2.40m x 3.60m	m2		8.6400	30.00	259.20
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		95.0000	4.50	427.50
1216	TRIPLAY DE 4'x8'x 4 mm	pln		3.0000	25.00	75.00
1261	HORMIGON	m3		0.2500	80.00	20.00
						816.20
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	572.16	17.16
						17.16
01.02 MOVILIZACION DESMOVILIZACION DE EQUIPO						
	Rendimiento: 1 GLB/DIA				Costo unitario directo por: GLB	11947.47
	MATERIALES					
1217	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB		1.0000	11947.47	11947.47
						11947.47
01.03 LIMPIEZA Y DEFORESTACION EN ZONAS BOSCOSAS						
	Rendimiento: 0.8 HA/DIA				Costo unitario directo por: HA	1156.43
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.5	5.0000	28.43	142.15
1003	PEON	HH	4	40.0000	15.96	638.40
1005	OPERARIO	HH	1	10.0000	21.87	218.70
						999.25
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	999.25	29.98
3908	MOTOSIERRA	HM	2	20.0000	6.36	127.20
						157.18
01.04 LIMPIEZA Y DEFORESTACION EN ZONAS NO BOSCOSAS						
	Rendimiento: 2 HA/DIA				Costo unitario directo por: HA	286.44
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.2	0.8000	28.43	22.74
1003	PEON	HH	4	16.0000	15.96	255.36
						278.10
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	278.10	8.34
						8.34

01.05 TRAZO Y REPLANTEO						
	Rendimiento: 0.8 KM/DIA			Costo unitario directo por: KM		1198.84
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	2	20.0000	15.96	319.20
1004	OFICIAL	HH	2	20.0000	17.73	354.60
1006	TOPOGRAFO	HH	1	10.0000	28.43	284.30
						958.10
	MATERIALES					
1218	YESO DE 28 Kg	BOL		4.0000	12.50	50.00
1219	ESTACA DE MADERA	p2		1.0000	4.50	4.50
1220	PINTURA ESMALTE	gln		0.2500	30.00	7.50
						62.00
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	958.10	28.74
3909	TEODOLITO	HM	0.5	5.0000	15.00	75.00
3910	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	HM	0.5	5.0000	15.00	75.00
						178.74
02.01 CORTE EN MATERIAL SUELTO						
	Rendimiento: 550 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		4.39
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	0.2	0.0029	17.73	0.05
1002	CAPATAZ	HH	0.2	0.0029	28.43	0.08
1003	PEON	HH	2	0.0291	15.96	0.46
						0.59
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.59	0.02
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1	0.0145	260.64	3.78
						3.80
02.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO						
	Rendimiento: 920 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		6.54
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0087	28.43	0.25
1003	PEON	HH	6	0.0522	15.96	0.83
						1.08
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.1000	14.40	1.44
						1.44
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.08	0.03
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	0.5	0.0043	260.64	1.12
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0087	177.14	1.54
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	1	0.0087	153.06	1.33
						4.02
02.03 PERFILADO NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN EN ZONA DE CORTE						
	Rendimiento: 2820 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		1.63
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0028	28.43	0.08
1003	PEON	HH	4	0.0113	15.96	0.18
						0.26
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0300	14.40	0.43
						0.43
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.26	0.01
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0028	177.14	0.50
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	1	0.0028	153.06	0.43
						0.94

03.01 EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA						
	Rendimiento: 530 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		4.58
MANO DE OBRA						
1004	OFICIAL	HH	0.2	0.0030	17.73	0.05
1002	CAPATAZ	HH	0.2	0.0030	28.43	0.09
1003	PEON	HH	2	0.0302	15.96	0.48
						0.62
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62	0.02
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1	0.0151	260.64	3.94
						3.96
03.02 ZARANDEO ESTÁTICO EN CANTERA DE AFIRMADO						
	Rendimiento: 375 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		5.00
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	0.5	0.0107	28.43	0.30
1003	PEON	HH	2	0.0427	15.96	0.68
						0.98
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.98	0.03
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1	0.0213	177.59	3.78
3903	ZARANDA ESTATICA	HM	1	0.0213	10.00	0.21
						4.02
03.03 EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION DE PLATAFORMA E=0.20 M						
	Rendimiento: 2530 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		1.74
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0032	28.43	0.09
1003	PEON	HH	6	0.0190	15.96	0.30
1004	OFICIAL	HH	1	0.0032	17.73	0.06
						0.45
SUBPARTIDAS						
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0150	14.40	0.22
						0.22
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0032	177.14	0.57
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	1	0.0032	153.06	0.49
						1.07
04.01.01 TRANSPORTE DE MATERIAL ELIMINADO A BOTADERO DISTANCIA HASTA 1 KM						
	Rendimiento: 369 M3K/DIA			Costo unitario directo por: M3K		7.33
MANO DE OBRA						
1004	OFICIAL	HH	0.2	0.0043	17.73	0.08
						0.08
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	0.5	0.0108	177.59	1.92
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0217	245.84	5.33
						7.25
04.01.02 TRANSPORTE DE MATERIAL ELIMINADO A BOTADERO DISTANCIA > 1 KM						
	Rendimiento: 1338 M3K/DIA			Costo unitario directo por: M3K		1.48
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0060	245.84	1.48
						1.48

04.02.01 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM						
	Rendimiento: 400 M3K/DIA			Costo unitario directo por: M3K		6.88
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	0.5	0.0100	17.73	0.18
						0.18
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	0.5	0.0100	177.59	1.78
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0200	245.84	4.92
						6.70
04.02.02 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR > 1 KM						
	Rendimiento: 1450 M3K/DIA			Costo unitario directo por: M3K		1.35
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0055	245.84	1.35
						1.35
05.01.01 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR CON VALLAS AISLADAS						
	Rendimiento: 500 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		1.84
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0160	28.43	0.45
1003	PEON	HH	3	0.0480	15.96	0.77
1006	TOPOGRAFO	HH	1	0.0160	28.43	0.45
						1.67
	MATERIALES					
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		0.0200	4.50	0.09
						0.09
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.67	0.08
						0.08
05.01.02 EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL NO CLASIFICADO						
	Rendimiento: 30 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		44.62
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0267	28.43	0.76
1003	PEON	HH	10	2.6667	15.96	42.56
						43.32
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	43.32	1.30
						1.30
05.01.03 CAMA DE APOYO						
	Rendimiento: 7 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		120.39
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	2	2.2857	15.96	36.48
						36.48
	SUBPARTIDAS					
1222	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.6111	88.52	54.09
						54.09
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3914	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1	1.1429	26.09	29.82
						29.82

05.01.04 RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO						
	Rendimiento: 8 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		34.47
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	2	2.0000	15.96	31.92
						31.92
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0200	14.40	0.29
						0.29
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.92	0.96
3914	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.05	0.0500	26.09	1.30
						2.26
05.01.05 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D = 30 M.						
	Rendimiento: 10 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		15.49
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0800	28.43	2.27
1003	PEON	HH	1	0.8000	15.96	12.77
						15.04
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.04	0.45
						0.45
05.01.06 CONCRETO F'C=175 KG/CM2						
	Rendimiento: 10 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		555.61
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.8000	28.43	22.74
1003	PEON	HH	6	4.8000	15.96	76.61
1004	OFICIAL	HH	3	2.4000	17.73	42.55
1005	OPERARIO	HH	3	2.4000	21.87	52.49
						194.39
	MATERIALES					
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.5000	25.50	216.75
						216.75
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.2060	14.40	2.97
1223	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.5800	88.52	51.34
1224	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" _CU1014	m3		0.6200	103.52	64.18
						118.49
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	194.39	5.83
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1	0.8000	20.00	16.00
3907	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	1	0.8000	5.19	4.15
						25.98
05.01.07 ACERO Fy = 4200 Kg/m²						
	Rendimiento: 500 kg/DIA			Costo unitario directo por: kg		5.32
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	2	0.0320	17.73	0.57
1005	OPERARIO	HH	2	0.0320	21.87	0.70
						1.27
	MATERIALES					
1225	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
1226	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	3.60	3.78
						4.01
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04
						0.04

05.01.09 EMBOQUILLADO DE PIEDRA PARA SALIDA DE ALCANTARILLA						
	Rendimiento: 50 m2/DIA	Costo unitario directo por: m2				65.36
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	4	0.6400	15.96	10.21
1005	OPERARIO	HH	2	0.3200	21.87	7.00
						17.21
	MATERIALES					
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1.0000	25.50	25.50
						25.50
	SUBPARTIDAS					
1227	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.0500	88.52	4.43
1228	PIEDRA MEDIANA DE 6" _CU1010	m3		0.2000	88.52	17.70
						22.13
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.21	0.52
						0.52
05.01.10 ALCANTARILLA HDPE Ø=400mm						
	Rendimiento: 12 m/DIA	Costo unitario directo por: m				407.45
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.6667	28.43	18.95
1003	PEON	HH	6	4.0000	15.96	63.84
1004	OFICIAL	HH	1	0.6667	17.73	11.82
						94.61
	MATERIALES					
1283	ALCANTARILLA HDPE D=400mm	m		1.0000	310.00	310.00
						310.00
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	94.61	2.84
						2.84
05.01.11 ALCANTARILLA HDPE Ø=800mm						
	Rendimiento: 8 m/DIA	Costo unitario directo por: m				746.18
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	1.0000	28.43	28.43
1003	PEON	HH	6	6.0000	15.96	95.76
1004	OFICIAL	HH	1	1.0000	17.73	17.73
						141.92
	MATERIALES					
1284	ALCANTARILLA HDPE D=800mm	m		1.0000	600.00	600.00
						600.00
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	141.92	4.26
						4.26
05.02.01 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR CON VALLAS AISLADAS						
	Rendimiento: 500 m2/DIA	Costo unitario directo por: m2				1.84
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0160	28.43	0.45
1003	PEON	HH	3	0.0480	15.96	0.77
1006	TOPOGRAFO	HH	1	0.0160	28.43	0.45
						1.67
	MATERIALES					
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		0.0200	4.50	0.09
						0.09
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.67	0.08
						0.08

05.02.02 EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL NO CLASIFICADO						
	Rendimiento: 30 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		44.62
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0267	28.43	0.76
1003	PEON	HH	10	2.6667	15.96	42.56
						43.32
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	43.32	1.30
						1.30
05.02.03 CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE AFIRMADO						
	Rendimiento: 7 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		89.30
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	2	2.2857	15.96	36.48
						36.48
	SUBPARTIDAS					
1234	AFIRMADO_CU1011	m3		1.1000	20.91	23.00
						23.00
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3914	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1	1.1429	26.09	29.82
						29.82
05.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL D = 30 M.						
	Rendimiento: 10 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		15.49
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0800	28.43	2.27
1003	PEON	HH	1	0.8000	15.96	12.77
						15.04
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.04	0.45
						0.45
05.02.05 CONCRETO F'C=175 KG/CM2						
	Rendimiento: 10 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		555.61
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.8000	28.43	22.74
1003	PEON	HH	6	4.8000	15.96	76.61
1004	OFICIAL	HH	3	2.4000	17.73	42.55
1005	OPERARIO	HH	3	2.4000	21.87	52.49
						194.39
	MATERIALES					
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.5000	25.50	216.75
						216.75
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.2060	14.40	2.97
1235	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.5800	88.52	51.34
1236	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" _CU1014	m3		0.6200	103.52	64.18
						118.49
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	194.39	5.83
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1	0.8000	20.00	16.00
3907	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	1	0.8000	5.19	4.15
						25.98

05.02.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BADENES						
Rendimiento: 15 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			53.47
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	1	0.5333	15.96	8.51
1004	OFICIAL	HH	1	0.5333	17.73	9.46
1005	OPERARIO	HH	1	0.5333	21.87	11.66
						29.63
MATERIALES						
1210	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		4.7000	4.50	21.15
1229	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2000	4.50	0.90
						22.95
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.63	0.89
						0.89
05.02.07 SELLADO DE JUNTAS CON ASFALTO PARA BADENES						
Rendimiento: 100 m/DIA			Costo unitario directo por: m			6.22
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	2	0.1600	15.96	2.55
1004	OFICIAL	HH	1	0.0800	17.73	1.42
						3.97
MATERIALES						
1237	ASFALTO RC-250	gln		0.1330	14.00	1.86
						1.86
SUBPARTIDAS						
1238	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.0030	88.52	0.27
						0.27
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.97	0.12
						0.12
05.03.01 CONFORMACIÓN DE CUNETA MATERIAL SUELTO						
Rendimiento: 2000 m/DIA			Costo unitario directo por: m			0.78
MANO DE OBRA						
1004	OFICIAL	HH	1	0.0040	17.73	0.07
						0.07
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.07	0.00
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0040	177.14	0.71
						0.71
05.04.01 TRAZO Y REPLANTEO PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento: 400 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			2.48
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	2	0.0400	15.96	0.64
1004	OFICIAL	HH	1	0.0200	17.73	0.35
1006	TOPOGRAFO	HH	1	0.0200	28.43	0.57
						1.56
MATERIALES						
1218	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0100	12.50	0.13
1219	ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	4.50	0.09
						0.22
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.56	0.05
3909	TEODOLITO	HM	0.5	0.0100	15.00	0.15
3910	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	HM	1	0.0200	15.00	0.30
3913	WINCHA DE 50m	HM	1	0.0200	10.00	0.20
						0.70

05.04.02 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS						
	Rendimiento: 80 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		22.38
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.5	0.0500	28.43	1.42
1003	PEON	HH	5	0.5000	15.96	7.98
						9.40
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	9.40	0.28
3915	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD	HM	1	0.1000	126.98	12.70
						12.98
05.04.03 RELLENO Y COMPACTADO DE AFIRMADO C/EQUIPO PESADO, e=0.20 m						
	Rendimiento: 1200 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		7.78
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	5	0.0333	15.96	0.53
1004	OFICIAL	HH	1	0.0067	17.73	0.12
						0.65
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0200	14.40	0.29
1234	AFIRMADO_CU1011	m3		0.2200	20.91	4.60
						4.89
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.65	0.02
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0067	177.14	1.19
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	1	0.0067	153.06	1.03
						2.24
05.04.04 RELLENO CON FILTRO DE GRAVA						
	Rendimiento: 10 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3		113.69
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0800	28.43	2.27
1003	PEON	HH	1	0.8000	15.96	12.77
						15.04
	SUBPARTIDAS					
1239	GRAVA PARA FILTRO 3/4" - 1/2" _CU1012	m3		1.0500	93.52	98.20
						98.20
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.04	0.45
						0.45
05.04.05 COMPACTACION DE FONDOS DE CIMIENTOS						
	Rendimiento: 100 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		5.31
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	2	0.1600	15.96	2.55
1004	OFICIAL	HH	1	0.0800	17.73	1.42
						3.97
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0700	14.40	1.01
						1.01
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	3.97	0.08
3914	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.12	0.0096	26.09	0.25
						0.33

05.04.06 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (D=0.5KM)						
Rendimiento: 400 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3			8.53
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	0.2	0.0040	15.96	0.06
						0.06
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.06	0.00
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1	0.0200	177.59	3.55
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0200	245.84	4.92
						8.47
05.04.07 SOLADO PARA MUROS E= 10 CM						
Rendimiento: 120 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			26.26
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0067	28.43	0.19
1003	PEON	HH	6	0.4000	15.96	6.38
1004	OFICIAL	HH	1	0.0667	17.73	1.18
1005	OPERARIO	HH	2	0.1333	21.87	2.92
						10.67
MATERIALES						
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2840	25.50	7.24
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		0.9000	4.50	4.05
						11.29
SUBPARTIDAS						
1240	HORMIGON_CU1013	m3		0.0940	25.91	2.44
						2.44
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	10.67	0.53
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1	0.0667	20.00	1.33
						1.86
05.04.08 CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA MUROS H<=5m						
Rendimiento: 12 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3			513.81
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	0.2	0.1333	28.43	3.79
1003	PEON	HH	8	5.3333	15.96	85.12
1004	OFICIAL	HH	1	0.6667	17.73	11.82
1005	OPERARIO	HH	2	1.3333	21.87	29.16
						129.89
MATERIALES						
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.6000	25.50	244.80
						244.80
SUBPARTIDAS						
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.2060	14.40	2.97
1241	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.5500	88.52	48.69
1242	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" _CU1014	m3		0.6200	103.52	64.18
						115.84
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	129.89	6.49
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1	0.6667	20.00	13.33
3907	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	1	0.6667	5.19	3.46
						23.28

05.04.09 CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA MUROS H>5m						
Rendimiento: 8 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3			620.94
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.1000	28.43	2.84
1003	PEON	HH	10	10.0000	15.96	159.60
1004	OFICIAL	HH	1	1.0000	17.73	17.73
1005	OPERARIO	HH	2	2.0000	21.87	43.74
						223.91
MATERIALES						
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.6000	25.50	244.80
						244.80
SUBPARTIDAS						
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.2060	14.40	2.97
1243	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.5500	88.52	48.69
1244	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" _CU1014	m3		0.6200	103.52	64.18
						115.84
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	223.91	11.20
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1	1.0000	20.00	20.00
3907	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	1	1.0000	5.19	5.19
						36.39
05.04.10 CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS						
Rendimiento: 20 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3			451.36
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	0.1	0.0400	28.43	1.14
1003	PEON	HH	8	3.2000	15.96	51.07
1004	OFICIAL	HH	1	0.4000	17.73	7.09
1005	OPERARIO	HH	2	0.8000	21.87	17.50
						76.80
MATERIALES						
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.6000	25.50	244.80
						244.80
SUBPARTIDAS						
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.2060	14.40	2.97
1245	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.5500	88.52	48.69
1246	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" _CU1014	m3		0.6200	103.52	64.18
						115.84
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	76.80	3.84
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1	0.4000	20.00	8.00
3907	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	1	0.4000	5.19	2.08
						13.92
05.04.11 ACERO Fy = 4200 Kg/m²						
Rendimiento: 500 kg/DIA			Costo unitario directo por: kg			5.32
MANO DE OBRA						
1004	OFICIAL	HH	2	0.0320	17.73	0.57
1005	OPERARIO	HH	2	0.0320	21.87	0.70
						1.27
MATERIALES						
1225	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
1226	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	3.60	3.78
						4.01
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04
						0.04

05.04.12 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO DE CONTENCION						
Rendimiento: 15 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			55.27
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	1	0.5333	15.96	8.51
1004	OFICIAL	HH	1	0.5333	17.73	9.46
1005	OPERARIO	HH	1	0.5333	21.87	11.66
						29.63
MATERIALES						
1210	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		5.0000	4.50	22.50
1229	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.3000	4.50	1.35
						24.75
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.63	0.89
						0.89
05.04.13 ADHESIVO PARA CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO						
Rendimiento: 1000 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			30.56
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	1	0.0080	15.96	0.13
1005	OPERARIO	HH	0.1	0.0008	21.87	0.02
						0.15
MATERIALES						
1247	SIKADUR 32 GEL	kg		0.5000	60.00	30.00
1248	MOCHILA PULVERIZADORA CLIMAX M00P20	und		0.0033	120.00	0.40
						30.40
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.15	0.01
						0.01
05.04.14 JUNTAS ASFALTICAS LONGITUDINAL						
Rendimiento: 100 m/DIA			Costo unitario directo por: m			6.22
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	2	0.1600	15.96	2.55
1004	OFICIAL	HH	1	0.0800	17.73	1.42
						3.97
MATERIALES						
1237	ASFALTO RC-250	gln		0.1330	14.00	1.86
						1.86
SUBPARTIDAS						
1249	ARENA GRUESA_CU1009	m3		0.0030	88.52	0.27
						0.27
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.97	0.12
						0.12
05.04.15 LLORADORES TUBO PVC D=3"						
Rendimiento: 40 m/DIA			Costo unitario directo por: m			10.22
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	1	0.2000	15.96	3.19
1005	OPERARIO	HH	1	0.2000	21.87	4.37
						7.56
MATERIALES						
1210	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0100	4.50	0.05
1250	TUBO PVC SAL 3"	m		0.3400	7.00	2.38
						2.43
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.56	0.23
						0.23

05.05.01 CURADO DE CONCRETO CON ANTISOL NORMALIZADO						
	Rendimiento: 300 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		1.67
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	1	0.0267	15.96	0.43
1005	OPERARIO	HH	0.1	0.0027	21.87	0.06
						0.49
	MATERIALES					
1248	MOCHILA PULVERIZADORA CLIMAX M00P20	und		0.0033	120.00	0.40
1251	ANTISOL NORMALIZADO	gln		0.0500	15.00	0.75
						1.15
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		6.0000	0.49	0.03
						0.03
05.06.01 FLETE TERRESTRE						
	Rendimiento: 1 GLB/DIA			Costo unitario directo por: GLB		48136.90
	MATERIALES					
1252	FLETE MATERIALES SAN IGNACIO - OBRA	GLB		1.0000	43562.49	43562.49
1253	FLETE MATERIALES CHICLAYO - OBRA	GLB		1.0000	4574.41	4574.41
						48136.90
06.01 POSTES KILOMETRICOS						
	Rendimiento: 9 und/DIA			Costo unitario directo por: und		128.80
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.2	0.1778	28.43	5.05
1003	PEON	HH	3	2.6667	15.96	42.56
1004	OFICIAL	HH	1	0.8889	17.73	15.76
1005	OPERARIO	HH	1	0.8889	21.87	19.44
						82.81
	MATERIALES					
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.3800	25.50	9.69
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2		4.0000	4.50	18.00
1220	PINTURA ESMALTE	gln		0.1038	30.00	3.11
1225	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.2000	4.50	0.90
1226	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		2.3000	3.60	8.28
1229	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2000	4.50	0.90
1254	THINER	gln		0.0250	20.00	0.50
						41.38
	SUBPARTIDAS					
1240	HORMIGON_CU1013	m3		0.0500	25.91	1.30
						1.30
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		4.0000	82.81	3.31
						3.31

06.02 SEÑAL PREVENTIVA 0.60 X 0.60						
Rendimiento: 4 und/DIA			Costo unitario directo por: und			315.17
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	2	4.0000	15.96	63.84
1005	OPERARIO	HH	2	4.0000	21.87	87.48
						151.32
MATERIALES						
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2000	25.50	5.10
1220	PINTURA ESMALTE	gln		0.0850	30.00	2.55
1255	PERNO HEXAGONAL 1/4"X 21/2"	und		2.0000	3.70	7.40
1256	FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM. ACABADO	m2		0.4000	50.00	20.00
1257	PLATINA 2" X 1/8"	m		0.6500	5.30	3.45
1258	ANGULO 1" X 1" X 3/16"	m		2.5000	4.80	12.00
1259	TUBO FIERRO NEGRO D= 3"	m		3.5000	30.00	105.00
						155.50
SUBPARTIDAS						
1240	HORMIGON_CU1013	m3		0.0300	25.91	0.78
						0.78
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	151.32	7.57
						7.57
06.03 SEÑAL REGLAMENTARIA DE 0.45 X 0.60						
Rendimiento: 4 und/DIA			Costo unitario directo por: und			293.68
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	2	4.0000	15.96	63.84
1005	OPERARIO	HH	2	4.0000	21.87	87.48
						151.32
MATERIALES						
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2000	25.50	5.10
1220	PINTURA ESMALTE	gln		0.0850	30.00	2.55
1255	PERNO HEXAGONAL 1/4"X 21/2"	und		2.0000	3.70	7.40
1257	PLATINA 2" X 1/8"	m		0.5500	5.30	2.92
1258	ANGULO 1" X 1" X 3/16"	m		2.3000	4.80	11.04
1259	TUBO FIERRO NEGRO D= 3"	m		3.5000	30.00	105.00
						134.01
SUBPARTIDAS						
1240	HORMIGON_CU1013	m3		0.0300	25.91	0.78
						0.78
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	151.32	7.57
						7.57
06.04 SEÑAL INFORMATIVA 0.30 X 0.90						
Rendimiento: 4 und/DIA			Costo unitario directo por: und			288.97
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	2	4.0000	15.96	63.84
1005	OPERARIO	HH	2	4.0000	21.87	87.48
						151.32
MATERIALES						
1220	PINTURA ESMALTE	gln		0.0850	30.00	2.55
1255	PERNO HEXAGONAL 1/4"X 21/2"	und		2.0000	3.70	7.40
1257	PLATINA 2" X 1/8"	m		0.5000	5.30	2.65
1258	ANGULO 1" X 1" X 3/16"	m		2.6000	4.80	12.48
1259	TUBO FIERRO NEGRO D= 3"	m		3.5000	30.00	105.00
						130.08
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	151.32	7.57
						7.57

07.01.01 ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento: 1200 m3/DIA			Costo unitario directo por: m3			2.35
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	4	0.0267	15.96	0.43
1005	OPERARIO	HH	1	0.0067	21.87	0.15
						0.58
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.58	0.02
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1	0.0067	260.64	1.75
						1.77
07.01.02 RESTAURACION DE CANTERAS						
Rendimiento: 2000 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			1.40
MANO DE OBRA						
1003	PEON	HH	4	0.0160	15.96	0.26
1005	OPERARIO	HH	1	0.0040	21.87	0.09
						0.35
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.35	0.01
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1	0.0040	260.64	1.04
						1.05
07.01.03 REVEGETALIZACION						
Rendimiento: 0.8 HA/DIA			Costo unitario directo por: HA			2427.71
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	0.2	2.0000	28.43	56.86
1003	PEON	HH	10	100.0000	15.96	1596.00
1005	OPERARIO	HH	1	10.0000	21.87	218.70
						1871.56
MATERIALES						
1260	PLANTAS NATIVAS	und		200.0000	2.50	500.00
						500.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1871.56	56.15
						56.15
07.01.04 RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTO						
Rendimiento: 1800 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2			4.24
MANO DE OBRA						
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0044	28.43	0.13
1003	PEON	HH	4	0.0178	15.96	0.28
						0.41
SUBPARTIDAS						
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0350	14.40	0.50
						0.50
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.41	0.02
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1	0.0044	177.59	0.78
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0044	245.84	1.08
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0044	177.14	0.78
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	1	0.0044	153.06	0.67
						3.33

07.01.05 RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR PATIO DE MAQUINAS						
	Rendimiento: 2100 m2/DIA			Costo unitario directo por: m2		3.35
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	1	0.0038	28.43	0.11
1003	PEON	HH	4	0.0152	15.96	0.24
						0.35
	SUBPARTIDAS					
1221	AGUA PARA LA OBRA_CU1008	m3		0.0300	14.40	0.43
						0.43
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.35	0.01
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1	0.0038	177.59	0.67
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0038	245.84	0.93
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1	0.0038	177.14	0.67
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	0.5	0.0019	153.06	0.29
						2.57
07.01.06 MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA						
	Rendimiento: 1 glb/DIA			Costo unitario directo por: glb		6080.00
	MATERIALES					
1262	ESTUDIOS DE MUESTRAS DE AGUA	glb		1.0000	6080.00	6080.00
						6080.00
07.01.07 MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE						
	Rendimiento: 1 glb/DIA			Costo unitario directo por: glb		4800.00
	MATERIALES					
1263	PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL	glb		1.0000	4800.00	4800.00
						4800.00
07.01.08 MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA						
	Rendimiento: 1 glb/DIA			Costo unitario directo por: glb		5035.00
	MATERIALES					
1264	PRUEBAS CON SONOMETRO DIGITAL	glb		1.0000	5035.00	5035.00
						5035.00
07.02.01 PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL						
	Rendimiento: 1 glb/DIA			Costo unitario directo por: glb		28134.00
	MATERIALES					
1265	MATERIAL DE ESCRITORIO	glb		1.0000	744.00	744.00
1278	EQUIPO MULTIMEDIA	glb		1.0000	2000.00	2000.00
1279	EQUIPO INFORMATICO	glb		1.0000	2750.00	2750.00
1280	VOLANTES INFORMATIVOS	glb		1.0000	490.00	490.00
1281	REFRIGERIOS	glb		1.0000	1650.00	1650.00
1282	CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL	glb		1.0000	20500.00	20500.00
						28134.00

08.01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL						
	Rendimiento: 1 glb/DIA		Costo unitario directo por: glb			12455.00
	MATERIALES					
1269	LENTES DE SEGURIDAD	und		53.0000	10.00	530.00
1270	CASCOS	und		53.0000	60.00	3180.00
1271	GUANTES	und		53.0000	20.00	1060.00
1272	BOTAS	und		53.0000	50.00	2650.00
1273	TAPONES PARA OIDOS	und		53.0000	20.00	1060.00
1274	TAPA OIDOS	und		53.0000	5.00	265.00
1275	MASCARILLA PARA POLVO	und		53.0000	10.00	530.00
1276	ROPA DE TRABAJO	und		53.0000	50.00	2650.00
1277	CHALECO REFLECTIVO	und		53.0000	10.00	530.00
						12455.00
08.02 EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA						
	Rendimiento: 1 glb/DIA		Costo unitario directo por: glb			16077.08
	MATERIALES					
1267	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb		1.0000	16077.08	16077.08
						16077.08
08.03 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD						
	Rendimiento: 1 glb/DIA		Costo unitario directo por: glb			16914.84
	MATERIALES					
1268	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb		1.0000	16914.84	16914.84
						16914.84

4.15.2.1. Análisis de costos unitarios de subpartidas

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	P.U.	PARCIAL
1202 CARGUIO						
	Rendimiento: 810 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	1.85
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	0.5	0.0049	17.73	0.09
						0.09
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1	0.0099	177.59	1.76
						1.76
1203 TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA						
	Rendimiento: 63 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	31.67
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	0.2	0.0254	17.73	0.45
						0.45
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.1270	245.84	31.22
						31.22
1205 EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA						
	Rendimiento: 530 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	4.59
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	0.2	0.0030	17.73	0.05
1002	CAPATAZ	HH	0.2	0.0030	28.43	0.09
1003	PEON	HH	2	0.0302	15.96	0.48
						0.62
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.62	0.03
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1	0.0151	260.64	3.94
						3.97
1206 TRANSPORTE DE AFIRMADO A OBRA						
	Rendimiento: 138 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	14.47
	MANO DE OBRA					
1004	OFICIAL	HH	0.2	0.0116	17.73	0.21
						0.21
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	1	0.0580	245.84	14.26
						14.26
1208 ZARANDEO ESTÁTICO EN CANTERA DE AFIRMADO						
	Rendimiento: 375 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	5.00
	MANO DE OBRA					
1002	CAPATAZ	HH	0.5	0.0107	28.43	0.30
1003	PEON	HH	2	0.0427	15.96	0.68
						0.98
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.98	0.03
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1	0.0213	177.59	3.78
3903	ZARANDA ESTATICA	HM	1	0.0213	10.00	0.21
						4.02
1221 AGUA PARA LA OBRA						
	Rendimiento: 83 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	14.40
	MANO DE OBRA					
1003	PEON	HH	0.5	0.0482	15.96	0.77
						0.77
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3905	CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 GAL.	HM	1	0.0964	141.36	13.63
						13.63
1222 ARENA GRUESA						
	Rendimiento: 1 m3/DIA				Costo unitario directo por: m3	88.52
	MATERIALES					
1201	ARENA GRUESA	m3		1.0000	55.00	55.00
						55.00
	SUBPARTIDAS					
1202	CARGUIO	m3		1.0000	1.85	1.85
1203	TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	m3		1.0000	31.67	31.67
						33.52

1224 PIEDRA CHANCADA DE 1/2"					
	Rendimiento: 1 m3/DIA		Costo unitario directo por: m3		103.52
MATERIALES					
1209	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	1.0000	70.00	70.00
					70.00
SUBPARTIDAS					
1202	CARGUIO	m3	1.0000	1.85	1.85
1203	TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	m3	1.0000	31.67	31.67
					33.52
1228 PIEDRA MEDIANA DE 6"					
	Rendimiento: 1 m3/DIA		Costo unitario directo por: m3		88.52
MATERIALES					
1204	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	1.0000	55.00	55.00
					55.00
SUBPARTIDAS					
1202	CARGUIO	m3	1.0000	1.85	1.85
1203	TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	m3	1.0000	31.67	31.67
					33.52
1234 AFIRMADO					
	Rendimiento: 1 m3/DIA		Costo unitario directo por: m3		20.91
SUBPARTIDAS					
1202	CARGUIO	m3	1.0000	1.85	1.85
1205	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA	m3	1.0000	4.59	4.59
1206	TRANSPORTE DE AFIRMADO A OBRA	m3	1.0000	14.47	14.47
					20.91
1239 GRAVA PARA FILTRO 3/4" - 1/2"					
	Rendimiento: 1 m3/DIA		Costo unitario directo por: m3		93.52
MATERIALES					
1207	GRAVA PARA FILTRO DE 3/4" - 1/2"	m3	1.0000	60.00	60.00
					60.00
SUBPARTIDAS					
1202	CARGUIO	m3	1.0000	1.85	1.85
1203	TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	m3	1.0000	31.67	31.67
					33.52
1240 HORMIGON					
	Rendimiento: 1 m3/DIA		Costo unitario directo por: m3		25.91
SUBPARTIDAS					
1202	CARGUIO	m3	1.0000	1.85	1.85
1205	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA	m3	1.0000	4.59	4.59
1208	ZARANDEO ESTÁTICO EN CANTERA DE AFIRMADO	m3	1.0000	5.00	5.00
1206	TRANSPORTE DE AFIRMADO A OBRA	m3	1.0000	14.47	14.47
					25.91

4.15.3. Precios y cantidades requeridos por tipo

Código	Descripción	Unidad	P.U.	Cantidad	Parcial
MANO DE OBRA					1 083 532.17
1002	CAPATAZ	HH	28.43	2 202.00	62 602.86
1004	OFICIAL	HH	17.73	12 929.87	229 246.60
1005	OPERARIO	HH	21.87	12 297.57	268 947.86
1003	PEON	HH	15.96	32 514.70	518 934.61
1006	TOPOGRAFO	HH	28.43	133.67	3 800.24
MATERIALES					1 805 174.74
1226	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg	3.60	189 138.07	680 897.06
1225	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	4.50	9 003.46	40 515.57
1210	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	4.50	1 106.95	4 981.28
1283	ALCANTARILLA HDPE D=400mm	m	310.00	23.10	7 161.00
1284	ALCANTARILLA HDPE D=800mm	m	600.00	58.45	35 070.00
1258	ANGULO 1" X 1" X 3/16"	m	4.80	140.60	674.88
1251	ANTISOL NORMALIZADO	gln	15.00	284.41	4 266.15
1201	ARENA GRUESA	m3	55.00	1 256.46	69 105.30
1237	ASFALTO RC-250	gln	14.00	56.31	788.34
1214	BANNER 2.40m x 3.60m	m2	30.00	8.64	259.20
1272	BOTAS	und	50.00	53.00	2 650.00
1268	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	16 914.84	1.00	16 914.84
1282	CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL	glb	20 500.00	1.00	20 500.00
1270	CASCOS	und	60.00	53.00	3 180.00
1212	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	25.50	21 905.30	558 585.15
1277	CHALECO REFLECTIVO	und	10.00	53.00	530.00
1211	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg	4.50	2.00	9.00
1229	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	4.50	1 644.23	7 399.04
1279	EQUIPO INFORMATICO	glb	2 750.00	1.00	2 750.00
1278	EQUIPO MULTIMEDIA	glb	2 000.00	1.00	2 000.00
1267	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	16 077.08	1.00	16 077.08
1219	ESTACA DE MADERA	p2	4.50	43.86	197.37
1262	ESTUDIOS DE MUESTRAS DE AGUA	glb	6 080.00	1.00	6 080.00
1256	FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM. ACABADO	m2	50.00	7.60	380.00
1253	FLETE MATERIALES CHICLAYO - OBRA	GLB	4 574.41	1.00	4 574.41
1252	FLETE MATERIALES SAN IGNACIO - OBRA	GLB	43 562.49	1.00	43 562.49
1207	GRAVA PARA FILTRO DE 3/4" - 1/2"	m3	60.00	8.77	526.20
1271	GUANTES	und	20.00	53.00	1 060.00
1261	HORMIGON	m3	80.00	0.25	20.00
1269	LENTE DE SEGURIDAD	und	10.00	53.00	530.00
1215	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2	4.50	29 223.18	131 504.31
1275	MASCARILLA PARA POLVO	und	10.00	53.00	530.00
1265	MATERIAL DE ESCRITORIO	glb	744.00	1.00	744.00
1248	MOCHILA PULVERIZADORA CLIMAX M00P20	und	120.00	19.10	2 292.00
1217	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	11 947.47	1.00	11 947.47
1255	PERNO HEXAGONAL 1/4"X 2 1/2"	und	3.70	114.00	421.80
1209	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	70.00	1 393.86	97 570.20
1204	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	55.00	15.71	864.05
1220	PINTURA ESMALTE	gln	30.00	7.93	237.90
1260	PLANTAS NATIVAS	und	2.50	206.00	515.00
1257	PLATINA 2" X 1/8"	m	5.30	32.30	171.19
1263	PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL	glb	4 800.00	1.00	4 800.00
1264	PRUEBAS CON SONOMETRO DIGITAL	glb	5 035.00	1.00	5 035.00
1281	REFRIGERIOS	glb	1 650.00	1.00	1 650.00
1276	ROPA DE TRABAJO	und	50.00	53.00	2 650.00
1247	SIKADUR 32 GEL	kg	60.00	49.20	2 952.00
1274	TAPA OIDOS	und	5.00	53.00	265.00
1273	TAPONES PARA OIDOS	und	20.00	53.00	1 060.00
1254	THINER	gln	20.00	0.22	4.40
1216	TRIPLAY DE 4x8x 4 mm	pln	25.00	3.00	75.00
1259	TUBO FIERRO NEGRO D= 3"	m	30.00	199.50	5 985.00
1250	TUBO PVC SAL 3"	m	7.00	216.58	1 516.06
1280	VOLANTES INFORMATIVOS	glb	490.00	1.00	490.00
1218	YESO DE 28 Kg	BOL	12.50	52.00	650.00

Código	Descripción	Unidad	P.U.	Cantidad	Parcial
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					2 774 168.43
3915	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	HM	126.98	219.32	27 849.25
3901	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	177.59	1 650.44	293 101.64
3905	CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 GAL.	HM	141.36	633.73	89 584.07
3914	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	26.09	101.75	2 654.66
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	37 693.28	1.00	37 693.28
3906	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	20.00	1 420.80	28 416.00
3911	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	177.14	824.66	146 080.27
3908	MOTOSIERRA	HM	6.36	217.60	1 383.94
3910	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	HM	15.00	78.22	1 173.30
3912	RODILLO VIBRATORIO 10 - 12 TN	HM	153.06	768.79	117 671.00
3909	TEODOLITO	HM	15.00	60.59	908.85
3902	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	260.64	4 159.74	1 084 194.63
3907	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	5.19	1 303.17	6 763.45
3904	VOLQUETE DE 15 M3	HM	245.84	3 797.07	933 471.69
3913	WINCHA DE 50m	HM	10.00	35.27	352.70
3903	ZARANDA ESTATICA	HM	10.00	286.97	2 869.70
				TOTAL	5 662 875.34

4.15.4. Fórmula polinómica

AGROPACION PRELIMINAR

N°	IU	ELEMENTO	PARCIAL	%INCID.	AGR. 1	COEF. ACUM.1	AGR. 2	COEF. ACUM.2	Orden. Mono m.
1	47	Mano de obra (incluido leyes sociales)	1083532.17	17.087	1	0.171	J	0.171	1
2	48	Maquinaria y equipo nacional	2828263.07	44.602	2	0.461	M	0.461	2
3	03	Acero de construcción corrugado	680897.06	10.738	3	0.107	AA	0.123	3
4	05	Agregado grueso	98960.45	1.561	7	0.016	AA		3
5	21	Cemento portlan tipo I	565803.30	8.923	5	0.089	CMA	0.121	4
6	43	Madera nacional para encofrado y carpintería	132291.68	2.086	6	0.021	CMA		4
7	04	Agregado fino	69755.30	1.100	8	0.011	CMA		4
8	39	Indice General de Precios al Consumidor	678644.65	10.702	4	0.124	G	0.124	5
	32	Flete terrestre	60084.37	0.948	4				
	02	Acero de construcción liso	53326.69	0.841	2				
	72	Tubería de PVC para agua	43747.06	0.690	4				
	37	Herramienta manual	37693.28	0.594	2				
	71	Tubería de fierro fundido	5985.00	0.094	2				
	56	Plancha de acero LAC	846.07	0.013	2				
	13	Asfalto	788.34	0.012	4				
	16	Baldosa vinílica	259.20	0.004	5				
	54	Pintura látex	237.90	0.004	4				
	38	Hormigón	20.00	0.000	7				
	53	Petróleo diesel	4.40	0.000	4				
TOTAL			6341139.99	100.000		1.000		1.000	

CONFORMACION DE MONOMIOS

N°M	N° IU	IU	ELEMENTO	COEF. INICIAL	SIMB. AGRUP.	% INCID.	COEF. ACUM.
1	1	47	Mano de obra (incluido leyes sociales)	0.171	J	100.00	0.171
2	2	48	Maquinaria y equipo nacional	0.461	M	100.00	0.461
3	3	03	Acero de construcción corrugado	0.107	AA	86.99	0.123
4	4	05	Agregado grueso	0.016	AA	13.01	
4	5	21	Cemento portlan tipo I	0.089	CMA	73.55	0.121
	6	43	Madera nacional para encofrado y carpintería	0.021	CMA	17.36	
	7	04	Agregado fino	0.011	CMA	9.09	
5	8	39	Indice General de Precios al Consumidor	0.124	G	100.00	0.124
TOTAL				1.000			1.000

FORMULA POLINOMICA:

K=	0.171	-----	+	0.461	-----	+	0.123	-----	+	0.121	-----	+	0.124	-----
		Jo			Mo			AAo			CMAo			Go

4.16. Evaluación de beneficios y rentabilidad

La evaluación social nos permitirá elegir la conveniencia de realizar un proyecto de inversión, teniendo en cuenta diversos criterios que en general todos coinciden en comparar de alguna forma los flujos de los beneficios y costos de la situación con proyecto con los correspondientes a la situación sin proyecto.

4.16.1.1.Determinación de beneficios por excedentes de productor

Este paso consiste en la identificación y cuantificación de los beneficios sociales generados por la intervención sobre una carretera. Para las carreteras nuevas y que van a tener tráfico generado por esta creación, estos beneficios se cuantifican con los excedentes de productor.

Cuadro N° 72: Rendimiento por hectárea de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio

CULTIVOS	UNIDADES POR HA	PESO POR UNIDAD	RENDIMIENTO POR HA
Café	25 quintales	50 kg	1250 kg
Plátano	1200 racimos	10 kg	12000 kg
Granadilla	150 cajas	55 kg	8250 kg

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 73: Indicadores de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio

CULTIVOS	TASA DE CRECIMIENTO DE LAS HAS	RENDIMIENTO (KG POR HA)	PRECIO CHACRA (S/. POR KG)	COSTO DE PRODUCCIÓN (S/. POR HA)
Café	2.30%	1250	10	3500
Plátano	3.86%	12000	0.8	1000
Granadilla	11.33%	8250	1.9	3000

Fuente: Agencia Agraria de San Ignacio y Datos de campo

Cuadro N° 74: Precios y costos proyectos por años (soles)

CULTIVOS	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Precio venta productos (soles)										
Café	10	10	8	9	10	12	8	8	9	10
Plátano	0.8	0.82	0.84	0.84	0.84	0.8	0.78	0.78	0.8	0.82
Granadilla	1.9	1.8	1.85	1.9	2	2	1.95	1.9	1.9	2
Costo de producción (soles)										
Café	3500	3500	2800	3150	3500	4200	2800	2800	3150	3500
Plátano	1000	1025	1050	1050	1050	1000	975	975	1000	1025
Granadilla	3000	2842	2921	3000	3158	3158	3079	3000	3000	3158

Fuente: Agencia Agraria de San Ignacio y Datos de campo

Cuadro N° 75: Superficie cultivada de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (has.) – Situación sin proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	600	614	628	642	657	672	688	703	720	736
Plátano	80	83	86	90	93	97	100	104	108	112
Granadilla	30	33	37	41	46	51	57	64	71	79

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 76: Volumen de producción de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (toneladas) – Situación sin proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	750	767.5	785	802.5	821.25	840	860	878.75	900	920
Plátano	960	996	1032	1080	1116	1164	1200	1248	1296	1344
Granadilla	247.5	272.25	305.25	338.25	379.5	420.75	470.25	528	585.75	651.75

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 77: Valor bruto de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación sin proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	7500	7675	6280	7223	8213	10080	6880	7030	8100	9200
Plátano	768	817	867	907	937	931	936	973	1037	1102
Granadilla	470	490	565	643	759	842	917	1003	1113	1304
Total	8738	8982	7712	8772	9909	11853	8733	9007	10250	11606

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 78: Costo de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación sin proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	2100	2149	1758	2022	2300	2822	1926	1968	2268	2576
Plátano	80	85	90	95	98	97	98	101	108	115
Granadilla	90	94	108	123	145	161	176	192	213	249
Total	2270	2328	1957	2240	2542	3080	2199	2262	2589	2940

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 79: Superficie cultivada de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (has.) – Situación con proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	635	665	695	725	755	785	816	845	877	907
Plátano	85	90	95	102	107	113	119	125	132	138
Granadilla	32	36	41	46	53	60	68	77	86	97

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 80: Volumen de producción de los principales productos agrícolas de las zonas de estudio (toneladas) – Situación con proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	793	831	869	906	944	981	1020	1057	1096	1134
Plátano	1015	1079	1142	1219	1282	1360	1423	1501	1579	1657
Granadilla	262	295	338	382	436	491	558	635	714	804

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 81: Valor bruto de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación con proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	7931	8312	6950	8152	9437	11774	8159	8454	9867	11343
Plátano	812	885	959	1024	1077	1088	1110	1171	1263	1359
Granadilla	497	531	625	725	872	983	1087	1206	1356	1607
Total	9241	9728	8535	9901	11386	13844	10356	10832	12486	14309

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 82: Costo de producción agrícola de las zonas de estudio (miles de soles) – Situación con proyecto

CULTIVOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Café	2221	2327	1946	2283	2642	3297	2284	2367	2763	3176
Plátano	85	92	100	107	112	113	116	122	132	142
Granadilla	95	102	120	139	167	188	208	231	259	308
Total	2401	2521	2166	2528	2921	3598	2608	2720	3154	3625

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 83: Beneficios por excedente del productor en las zonas de estudio a precios de mercado (miles de soles)

RUBRO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con proyecto										
Valor bruto de producción	9241	9728	8535	9901	11386	13844	10356	10832	12486	14309
Costos totales de producción	2401	2521	2166	2528	2921	3598	2608	2720	3154	3625
Beneficios	6840	7206	6369	7373	8465	10246	7748	8112	9332	10684
Sin proyecto										
Valor bruto de producción	8738	8982	7712	8772	9909	11853	8733	9007	10250	11606
Costos totales de producción	2270	2328	1957	2240	2542	3080	2199	2262	2589	2940
Beneficios	6468	6654	5755	6533	7367	8772	6534	6745	7661	8665
Excedente del productor	372	553	614	841	1098	1474	1214	1367	1671	2018

Fuente: Datos de campo

Cuadro N° 84: Beneficios por excedente del productor en las zonas de estudio a precios sociales (miles de soles)

RUBRO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con proyecto										
Valor bruto de producción	9241	9728	8535	9901	11386	13844	10356	10832	12486	14309
Costos totales de producción	1800	1891	1624	1896	2191	2699	1956	2040	2365	2719
Beneficios	7440	7837	6910	8005	9195	11146	8400	8792	10121	11590
Sin proyecto										
Valor bruto de producción	8738	8982	7712	8772	9909	11853	8733	9007	10250	11606
Costos totales de producción	1703	1746	1468	1680	1907	2310	1650	1696	1942	2205
Beneficios	7036	7236	6244	7093	8002	9542	7083	7310	8308	9400
Excedente del productor	405	601	666	913	1193	1603	1316	1481	1813	2189

Fuente: Datos de campo

4.16.1.2. Costos sociales del proyecto

Se han identificado los principales costos del proyecto valorados a precios sociales para evaluarlos y son los siguientes:

Costos de inversión a precios sociales

Según el Anexo SNIP 10 de la Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad interurbana a nivel de perfil, hay un factor de conversión para proyectos de inversión. Se ha multiplicado el monto total del proyecto con este factor para obtener el costo de inversión a precios sociales.

Cuadro 4.1: Factores de conversión¹⁰

Obras	Factor
Inversión (Mejoramiento)	0.79
Mantenimiento y operación	0.75
Costos operativos vehiculares	0.74

Fuente: Anexo SNIP 10 Parámetros de Evaluación.

Costos de operación y mantenimiento

Según la Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil, nos da un cuadro para la estimación de los costos de mantenimiento. Estos costos se han tomado en cuenta para poder calcular los costos de operación y mantenimiento de la trocha.

Falta título al cuadro	
Tipo de Mantenimiento	Costo Referencial (\$ / Km)
Mantenimiento rutinario	2.288,12
Mantenimiento periódico	3.449,96

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Dic. 2010 (Costa)

4.16.1.3. Estimación de los indicadores de rentabilidad social

Para decidir la conveniencia de realizar un proyecto de inversión se puede adoptar diversos criterios. En general, todos consisten en comparar de alguna forma los flujos de beneficios y costos de la situación con proyecto, con los correspondientes a la situación base.

El enfoque para la evaluación social de carreteras será la de costo/beneficio, ya que los beneficios y costos de dichos proyectos pueden ser cuantificables. Los criterios de rentabilidad social a emplearse serán el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno).

En el caso de este proyecto se toma un horizonte de 10 años, con los costos a precios sociales, la cual está resumida en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 85: Indicadores de rentabilidad social

Año	Inversión	Beneficios	Costos de operación y mantenimiento	Flujo Neto
0	6,009,212.17			-6,009,212.17
1		404,562.66	67,591.71	336,970.96
2		600,903.18	67,591.71	533,311.47
3		666,454.38	169,504.49	496,949.89
4		912,623.56	67,591.71	845,031.86
5		1,192,860.99	67,591.71	1,125,269.29
6		1,603,306.74	169,504.49	1,433,802.25
7		1,316,378.52	67,591.71	1,248,786.82
8		1,481,269.44	67,591.71	1,413,677.74
9		1,812,642.29	169,504.49	1,643,137.80
10	600,921.22	2,189,439.83	67,591.71	2,722,769.34
Tasa de descuento = 8%				VANS 1,020,591.31
				TIRS 10.70%

Fuente: Propia

VII. DISCUSIÓN

En primer lugar, se definió a la vía como una trocha carrozable, ya que según el estudio de tráfico el IMDA es de 42 veh/día.

Por otro lado, para la elección de la ruta más óptima se tuvieron 2 opciones: la alternativa N°1 que tenía 7.25 km, 1085 beneficiados, 14 obras de arte, S/. 238,400 en expropiaciones y una topografía menos accidentada; y la alternativa N°2 que tenía 8.68 km, 975 beneficiados, 20 obras de arte, S/. 290,200 en expropiaciones y una topografía mucho más accidentada. Además las 2 alternativas tienen características similares de suelos. Por lo que la alternativa N°1 resultó ganadora en el análisis de las rutas propuestas.

En lo que se refiere al estudio suelos y utilizando el Manual de Carreteras – Sección Suelos y pavimentos, se halló que la calidad de la subrasante es buena (CBR mayor al 6%) y que no se necesita hacer un mejoramiento de esta. Además se da a conocer que la mayoría de los suelos son arcillas, limos, arenas arcillosas o arenas limosas, siendo predominante las arenas arcillosas.

En cuanto al diseño geométrico y teniendo en cuenta el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018, el proyecto por estar ubicado en una zona con pendientes muy pronunciadas se ha utilizado pendientes máximas de 10%, y en casos extraordinarios de hasta 12% en tramos de 180m. También se han utilizado radios mínimos de 12.80m en casos extraordinarios y por lo general el radio mínimo ha sido de 15m.

Por otro lado, según el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018 la longitud en tangente mínima para este tipo de carreteras es de 28m. Por lo que se ha visto en la necesidad de tener zonas a media ladera, lo cual ha llevado a la colocación de muros de contención que han encarecido al proyecto. Estos muros de contención se han colocado en diferentes zonas de relleno de la trocha, donde la pendiente natural es mucho mayor a la pendiente del relleno, y por lo tanto el relleno nunca va a llegar a tocar el suelo natural.

Los muros de contención varían su altura de pantalla desde los 3m hasta los 7.40m, por lo que para su construcción y vaciado se ha decidido hacerlo en 2

tramos de hasta 5 metros, colocando un aditivo que permita adherir el concreto antiguo con el nuevo.

En cuanto a las canteras, las canteras de agregados más cercanos se encuentran en el Río Chinchipe, a 36km del inicio de la obra. Sin embargo, estas canteras son de propiedad privada por lo que ellos mismos extraen los agregados y lo venden en la ciudad de San Ignacio. Esto hace que en el análisis de costos unitarios ya no se considere la extracción y apilamiento, y por otro lado se considere el costo del agregado en San Ignacio.

Por otra parte, para la utilización del afirmado en las distintas partidas del proyecto, se ha visto una cantera de cerro ubicada 4.3km del inicio de la obra. Esta cantera es de propiedad municipal y es de libre extracción.

En lo referente al diseño del pavimento (afirmado), según las normas AASHTO existe un catálogo para determinar el espesor del pavimento para un número de ejes equivalentes menores a 25000 y de acuerdo al CBR de la subrasante, cuyo espesor de pavimento de afirmado es de 20cm. En el presente proyecto según el estudio de tráfico, el cálculo de ESAL de diseño y el CBR de la subrasante, el espesor del afirmado es igual a lo existente a los catálogos, es decir, 20 cm.

En cuanto a las obras de arte, específicamente las cunetas, el Manual de Carreteras – Hidrología, Hidráulica y Drenaje, emite unas dimensiones mínimas que deben tener estas cunetas. Al calcular el caudal de diseño, se puede verificar que este caudal es mucho menor que el caudal máximo que pueden soportar las dimensiones mínimas otorgadas por la norma, por lo que se tuvo que adoptar dichas dimensiones para que cumpla tanto con la normativa como con las consideraciones de diseño. Además, se han ubicado alcantarillas de alivio para el desagüe de las cunetas en las curvas convexas, ya que allí se almacenan las aguas pluviales. Para el proyecto se han utilizado tuberías HDPE para las alcantarillas por ser resistente a la corrosión y a la mayoría de productos químicos que se usan en la industria, gran flexibilidad y resistencia al impacto, que permite adaptarse a topografías difíciles al absorber esfuerzos por oleaje, vibración o movimiento de terreno.

Por último, en lo referente al costo del proyecto, se han realizado cotizaciones de precios de los materiales en las ciudades de San Ignacio, Chiclayo y Lima. En ellas se puede verificar que mientras más cerca estén los productos a la obra se economiza en el costo del proyecto, ya que el flete, es decir el transporte de los materiales encarece arduamente el costo unitario de cada uno de ellos. Además se cuenta con la ventaja que la ciudad de San Ignacio se encuentra exonerada de IGV, según La Ley de la Amazonía.

VI. CONCLUSIONES

1. Esta investigación concluye con la elección de la ruta más conveniente. Se eligió la Ruta Alternativa N° 01, por ser la más directa comparándola con las otras Rutas alternativas propuestas. Su longitud es 1.43 km menor en relación con las otras rutas alternativas, tiene menor número de obras de arte en su recorrido y además tiene zonas con mucho menos pendientes. Cabe mencionar que esta ruta ha sido propuesta en campo. Con esta elección la población afectada, desde el punto de vista de la expropiación, es cero.
2. El proyecto beneficiará a una población de 1096 habitantes directamente con los caseríos de San Juan, San Francisco y Tiunal. Sin embargo, también beneficiará indirectamente a otros pueblos por su cercanía con la trocha proyectada, como son los caseríos de Nuevo Lima, Independencia, Bajo y Alto Ihuamaca con una población de 2214 habitantes.
3. El proyecto contribuirá, además, al desarrollo socio-económico de la zona, mejorando la calidad de vida de los pobladores, generando empleo y acceso a los medios de comunicación, reduciendo los costos de traslado de los productos agrícolas que se comercializan, a los mercados más cercanos.
4. El IMDA proyectado para un periodo de 10 años, considerando una tasa de crecimiento del 80% para el tráfico generado y una tasa de crecimiento poblacional de 1.51% y de PBI del 3.70%, es de 42 vehículos, por lo que se considera como una trocha carrozable.

5. El diseño geométrico final cuenta con una extensión de 8.59km considerando también un tramo anexo para unir un sector de la zona. En estos tramos existen zonas a media lo cual ha llevado a la colocación de muros de contención que han elevado el costo total del proyecto.
6. De acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios de suelos, el tipo de suelo predominante es SC y presenta una capacidad de soporte regular mayor al 6%.
7. Según resultados optimizados en el diseño de la capa de rodadura, el pavimento tendrá un espesor de 20 cm de material granular afirmado.
8. Se ha visto conveniente ubicar 8 botaderos aproximadamente 1 por cada kilómetro, es decir lo más cercano posible para así minimizar costos de transporte y del mismo modo optimizar tiempos.
9. Para el diseño de las estructuras de obras de arte se ha trabajado con datos de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Tacabonas, ubicada cerca al proyecto. El caudal de diseño ha sido determinado para periodos de retorno de 25, 50 y 75 años.
10. De acuerdo con los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental, los factores ambientales más impactados son la calidad del aire (polvo) y el ruido. En el caso de la calidad del aire, durante la construcción de los componentes del proyecto, se producirán niveles altos de movimiento de tierras y compactación de suelos, del mismo modo la emisión de ruidos molestos que podrían afectar la salud de los trabajadores y generar molestias a los pobladores de la zona.
11. En general, el grado de afectación de los componentes ambientales es de regular significancia, pero de alta mitigabilidad, a lo largo de todo el proyecto.
12. Los aspectos más importantes del proyecto, desde el punto de vista de los impactos negativos son: el movimiento de tierras y la construcción de las obras de arte, debido a los trabajos necesarios que se realizarán. Aunque, si

bien es cierto en la construcción se generarán impactos negativos, a su vez traerá mejoras de calidad de vida para los pobladores, ya que generará empleo para los habitantes de la zona.

13. Se ha considerado utilizar señalización en las zonas más críticas de la carretera para garantizar la correcta circulación y la seguridad del tránsito.
14. Según la ley 27037, la Región de la Amazonía goza de beneficios tributarios otorgados para la comercialización de ciertos productos y prestación de servicios dentro de dicha región. En relación al Impuesto a la Renta gozan de una tasa preferencial, Exoneración del IGV. Solo se aplicará el IGV para los materiales que sean comprados fuera de la provincia de San Ignacio; por lo que se ha preferido comprar la mayor cantidad de materiales en la ciudad de San Ignacio.
15. Se ha considerado la construcción de muros de contención en las zonas críticas a media ladera, por la necesidad de respetar la longitud en tangente mínima dada por el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018. Sin embargo, se puede disminuir esta longitud en las zonas críticas y no colocar muros de contención para bajar el costo del proyecto, pero queda a decisión de la entidad ejecutora esta opción.
16. El costo de la carretera, incluidas obras de arte, muros de contención, señalización, plan de mitigación de impacto ambiental y seguridad y salud en obra es de 7,606,597.68 nuevos soles, es decir de 885,517.77 nuevos soles por kilómetro.
17. La construcción de la trocha carrozable traerá muchos beneficios, siendo el más importante los beneficios por excedente del productor, lo cual evaluado a precios sociales nos permitirá determinar el costo – beneficio del proyecto. Para evaluar estos beneficios se utiliza el VANS y el TIRS, los cuales son 1,020,591.31 nuevos soles, y 10.70%, respectivamente. Por lo que al ser positivo el VANS y el TIRS mayor al 8%, el proyecto es viable económicamente.

18. De acuerdo al resultado del cronograma de avance de obra, se puede determinar que las partidas que conforman la ruta crítica son la movilización y desmovilización de maquinarias, limpieza y desbroce de equipos y maquinarias, corte de material suelto, transporte de material eliminado al botadero, así mismo todas las partidas que conforman el muro de contención; es decir, debemos tener especial cuidado en cumplir con los tiempos programados para evitar el retraso de la obra.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Agraria San Ignacio. *Estadísticas del año 2015*. San Ignacio: Agencia Agraria San Ignacio, 2015.
- Asociación Mundial de la Carretera. *Importancia de la conservación de carreteras*. Paris: PIARC, 2014.
- Centro de Salud San Ignacio. *Estadísticas del año 2015*. San Ignacio: CSSI, 2015.
- FONCODES. *Mapa de pobreza de acuerdo al censo de 2007*. FONCODES, 2007.
- Gobierno Nacional de Perú y Brasil. «Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú – Brasil.» Brasil - Perú, 2010.
- INEI. «Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.» Lima, 2007.
- INEI. *Estadísticas del año 2015*. Lima: INEI, 2015.
- MTC. *Cajamarca: Camino al desarrollo*. Lima: MTC, 2016.
- MTC. *Infraestructura vial del sistema nacional de carreteras, por superficie de rodadura existente, 1990-2015*. Lima: MTC, 2015.
- MTC. *Infraestructura Vial Existente y Proyectada del Sistema Nacional de Carreteras, según Departamento*. Lima: MTC, 2015.
- Quiñonez, Rodolfo. «Planteamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura.» *Universidad Nacional de Ingeniería* , 2011: 1-116.
- Renfijo, Katherine. «Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189).» *Pontificia Universidad Católica del Perú* , 2014: 1-91 .
- UGEL San Ignacio. *Estadísticas del año 2015*. San Ignacio: UGEL San Ignacio, 2015.
- Vásquez, Alex. «Impacto ambiental en el proceso de construcción de una carretera afirmada en la zona Alto Andina de la región Puno .» *Pontificia Universidad Católica del Perú* , 2015: 1-98.
- WEF. *Indice de competitividad global*. Foro Económico Mundial, 2016.